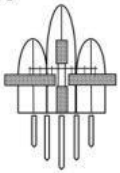
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

НАСКР-2018

новое в архитектуре.
проектировании
строительных
конструкций и
реконструкции



new in architecture,
design construction
and renovation
NADCR – 2018

IV Международная конференция (X Всероссийская конференция)
The IV International Conference (X All-Russian Conference)

Материалы IV Международной
(X Всероссийской) конференции

Чебоксары
2018

УДК 624(063)
ББК Н.я431
Н73

Редакционная коллегия:
А.Н. Плотников (отв. редактор), Н.С. Соколов, Л.А. Сакмарова, Т.В. Щенникова, С.В. Сергеев, М.В. Петров, Л.А. Максимова, А.А. Исаев, С.И. Иванов, В.Т. Ерофеев, Б.С. Соколов, А.А. Трещев, В.Г. Котлов, В.М. Поздеев, А.Д. Рахмонов (Таджикистан), Амато Пеллегрино (Италия), Ороско Перес Хосе Марко (Колумбия)

Н73 **Новое** в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции. - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2018. - 610 с.

ISBN 978-5-7677-2811-4

Рассмотрены вопросы застройки городов, энергоэффективности зданий, создания новых конструкций и материалов, совершенствования методов расчета несущих конструкций и их усиления, внедрения новых строительных технологий и экономической оценки строительства, вопросы мониторинга зданий и сооружений.

Для научных работников, строителей, аспирантов, магистрантов и студентов.

Материалы конференции воспроизведены с авторских оригиналов рукописей, представленных в Оргкомитет.

Печатается по решению Ученого совета строительного факультета Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова.

УДК 624(063)
ББК Н.я431
©Издательство Чувашского Университета, 2018
ISBN 978-5-7677-2811-4
©Коллектив авторов, 2018

Конференция «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» перешагнула 20-летний рубеж своей деятельности. Первая конференция состоялась в 1997 г. Сборник очередной конференции НАСКР-2018 представлен темами, связанными с градостроительными проблемами, оценкой энергоэффективности ограждающих конструкций и энергосистем, внедрения новых конструкций и материалов, в том числе композитных, совершенствования методов расчета конструкций, их усиления и оценки пригодности к эксплуатации, совершенствования технологии строительства, геотехники и экономической оценки строительства. Особое внимание уделено мониторингу уникальных зданий и сооружений.

География участников конференции представлена 16 городами России и тремя зарубежными странами: Италия, Колумбия, Таджикистан. В сборнике представлены также исследования выпускников строительного факультета Чувашского госуниверсистета. Издание пользуется популярностью у аспирантов и магистрантов разных городов.

Являясь очередным итогом научной деятельности ученых, сборник конференции НАСКР-2018 намечает дальнейшие ориентиры исследований и послужит хорошим дополнительным источником знаний для студентов строительных специальностей.

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 796.06(091) (470.344)

ТИПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СПОРТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Е.В. Андреев, Л.А. Сакмарова
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация:
В статье рассматриваются процесс зарождения физкультурного и спортивного движения в Чувашии, развитие многофункциональных спортивных комплексов, а также проблемы, которые требуют своего решения. Предложен проект многофункционального спортивного комплекса в г. Чебоксары.

TYPOLOGICAL ANALYSIS OF MULTIFUNCTIONAL SPORTS COMPLEX

Abstract:
The article discusses the process of origin of the physical culture and sports movement in Chuvashia, as well as the development of multifunctional sports complexes, problems that need to be solved. A draft of a multifunctional sports complex in the city of Cheboksary was proposed.

Спорт – одно из древнейших проявлений культуры человечества: ещё в античные времена люди соревновались в скорости, силе и меткости. Современный спорт, выполняя многочисленные социальные функции, становится полифункциональным и многомерным. Ему по силам решение необычайно широкого круга задач, начиная с укрепления здоровья населения, отвлечения молодежи от пагубного влияния улицы, удовлетворения спроса на зрелищные услуги, экономических стимулов, защиты чести страны, формирования патриотизма и т.д. Занятие спортом, таким образом, способствует совершенствованию нравственного облика человека. Пожалуй, нигде не проявляется так единство физических и нравственных сил человека, как в правильных занятиях спортом. Кроме силы, ловкости, быстроты, спортсмен постоянно должен развивать в себе собранность, сообразительность, дисциплину. Спортивное мастерство, следовательно, заключается, не в одностороннем развитии каких-либо спортивных навыков, а в гармоничном развитии всех присущих человеку способностей. С постепенным переходом от примитивных игр к разнообразным, эстетически совершенным физическим

упражнениям спорт стал для человека не только отдыхом или средством ухода за своим телом, но, одновременно, и проявлением его культуры. Характер и степень трудности физических упражнений не играют при этом никакой роли. Чем разностороннее спортивная деятельность человека, тем плодотворнее она для него в культурном отношении, и, наоборот, чем односторонние занятия спортом, направленные на развитие лишь какого-либо одного спортивного навыка, тем меньше их положительное общекультурное влияние на человека.

Развитие физической культуры, появление в обиходе разнообразных игр и спортивной борьбы вызывали необходимость строительства специальных сооружений, а новые сооружения оказывали, в свою очередь, влияние на прогресс развития спорта и физической культуры.

Развитие современных спортивных сооружений прослеживается с XIX века. В 1806 году архитектор Луиджи Каноника построил в Милане овальную арену, использовав классические римские образцы. Возведение этой арены можно считать началом строительства современных зрелищно-спортивных сооружений. Арена в Милане была предназначена для разнообразных публичных соревнований; ее можно было даже наполнять водой для проведения водных игр.

Рис.1. Стадион Arena Civica di Milano

В XX веке возникли и совершенно новые виды спорта, в частности скоростные состязания на разного рода машинах, начиная с велосипедов и заканчивая самолетами. Это повлекло за собой строительство специально приспособленных спортивных сооружений самых разнообразных видов и конструкций: различного рода гоночных дорожек, велодромов, автодромов, мотоциклетных треков, акваторий для гребных, парусных и водно-моторных соревнований, спортивных аэродромов, планерных площадок, аэроклубов, водных станций, сооружений для зимних видов спорта лыжных трамплинов, бобслейных, саночных и буерных трасс.

В течение последнего двадцатилетия происходит постоянное изменение структурной организации спортивных объектов: появляются спортивно-оздоровительные центры, аквапарки, развлекательные центры (боулинги, бильярдные). Прослеживается

тенденция интеграции общественных функций в предметно-пространственную среду городских многофункциональных комплексов. Преодолевая традиционные типологические границы, общественная и досуговая (развлекательно-оздоровительная) программа вторгается в сугубо функциональные прежде интерьеры дворцов спорта, стадионов, спортивно-оздоровительных комплексов. Разумеется, все эти изменения в той или иной степени оказывают влияние на градостроительную ситуацию, что, в свою очередь, немаловажно учитывать при проектировании новых и реконструкции существующих спортивных сооружений.

Изучая зарождение спортивного движения в Чувашии, мы выявили, что физкультурное и спортивное движение зародилось в первом десятилетии 20 века. В январе 1908 был утвержден и приступил к работе первый штатный учитель гимнастики А.М. Шигаев в Порецкой учительской семинарии. Большую работу по созданию первых спортивных кружков и проведению соревнований проделали братья Василий и Александр Мухины — уроженцы Рязанской губернии.

В 1926 в Чебоксарах построили первый в Чувашии стадион (ныне «Энергия»). Территорию оградили деревянным забором, установили скамейки для зрителей, на газоне устроили футбольное поле, беговые дорожки, вырыли яму и засыпали ее песком — сектор для прыжков в длину и высоту. Этот стадион впоследствии неоднократно расширялся, переоборудовался и в течение 50 лет был основной спортивной базой Чебоксар и Чувашии.

Рис.2. Стадион «Энергия»

Рис.3. Стадион «Спартак»

В 1930-е гг. физкультурное и спортивное движение набирало темпы. В республике было создано 16 ДСО. Особенно активно работали областные советы ДСО «Спартак», «Медик», «Темп», «Учитель» и др. В 1930 в Чувашии имелось 102 коллектива физкультуры, объединивших 7200 физкультурников.

1970-е гг. ознаменовались новыми достижениями в физкультурном и спортивном движении Чувашии. Если в 1960 функционировало 1214 коллективов физкультуры, в которых было 141,7 тыс. занимающихся физкультурой и спортом, то в 1970 их стало соответственно 1260 и 251,1 тыс., в 1980 — 1381 и 292,2 тыс. Открыто 23 новых ДЮСШ, в 41 детско-юношеской спортивной школе было около 15 тыс. учащихся. В 19770-е гг. было построено 172 спортивных сооружений.

Особенно активно начали строить спортивные базы крупные промышленные предприятия. В 1972 завершилось сооружение стадиона хлопчатобумажного комбината «Текстильщик» (ныне «Спартак»), построены стадионы агрегатного завода, Новочебоксарский комплекс спортивных сооружений с 4 залами 42х18 м, гостиницей на 80 мест, плавательным бассейном 25х14 м, здание ДЮСШ Ленинского роно. В 1977 в Чебоксарах пущен в эксплуатацию Центральный стадион им. 60-летия Октября (ныне «Олимпийский») на 20 тыс. посадочных мест.

Начиная с 2006 года в Чувашии ведется активное строительство современных физкультурно-спортивных комплексов и реконструкция существующих спортивных сооружений. За неполные семь лет в республике построено и реконструировано порядка 50 спортивных объектов. В малых городах и сельских районах построено 24 современных ФСК. По итогам 2012 года в республике функционируют 55 спортивных школ, где культивируются 45 видов спорта. Осуществляют работу более 55 республиканских федераций и ассоциаций по видам спорта. В республике функционируют более 60 видов спорта.

Сегодня в республике работают около четырёх тысяч спортивных сооружений, среди них 11 стадионов, 736 спортзалов, 67 бассейнов, 3,5 тысяч тренажерных и фитнес-залов. Также 3 июня 2015 года был введен в эксплуатацию Ледовый Дворец «Чебоксары-Арена», ставший победителем всероссийской премии «Спортивные сооружения» в номинации «Ледовый дворец – открытие года». Учредитель номинации журнал SportFacilities.

Руководствуясь нормами на проектирование функционально-типологической группы Ф3.6 (Объекты физкультурного, спортивного и физкультурно-досугового назначения) СП 332.1325800.2017 «Спортивные сооружения. Правила проектирования» нами выявлены следующие требования к объемно-планировочным решениям многофункциональных спортивных комплексов:

- спортивное сооружение рассматривается как инженерно-строительный объект с пространственно-территориальными границами, созданный для проведения спортивных мероприятий и (или) физкультурных мероприятий.

- Параметры спортивных и вспомогательных зон, установленные правилами (регламентами) соответствующих спортивных федераций по видам спорта (далее - федераций) - обязательные технологические требования к проектированию спортивных сооружений. В случае изменения правил (регламентов) соответствующих федераций, при проектировании спортивных и вспомогательных зон следует руководствоваться нормами, актуальными на момент проектирования.

- Выбор объемно-планировочных, конструктивных и инженерных решений при проектировании спортивных сооружений следует осуществлять в зависимости от их вместимости и пропускной способности.

- Вместимость спортивного сооружения определяется числом зрительских мест различных клиентских групп, которые могут быть размещены на трибунах и ложах спортивного сооружения при проведении спортивных мероприятий определенной категории. Взаимосвязь числа зрительских мест на спортивном сооружении и категории спортивного мероприятия, устанавливается требованиями правил (регламентов) федераций и указывается в задании на проектирование.

- Многофункциональность спортивного сооружения достигается с помощью его трансформации, возможность которой должна быть предусмотрена в задании на проектирование.

- В спортивном сооружении должны быть созданы условия, обеспечивающие безопасное нахождение для всех клиентских групп.

На основании этих требований нами был запроектирован многофункциональный спортивный комплекс в г. Чебоксары. Структура, распределение помещений и их взаимосвязь обусловливаются главными аспектами функционирования— комфортных условий для занятия спортом. Функциональная структура подразделяется на 3 основные зоны:

- общая зона-объединяет помещения общего пользования, такие как: холлы, лестницы, рекреации, гардеробы, санузлы.

- административная зона. В данную зону входят помещения служебного персонала, помещения администрации, а также другие помещения, используемые работникам образовательного учреждения.

- спортивная зона. В спортивную зону входят следующие помещения: основной спортивный зал 30х44м. Спортивный зал

размещен на 1 этаже спортивного комплекса, размер спортивного зала предусматривает выполнение полном объеме программы по физическому воспитанию, а также возможность проведения соревнований. площадь спортивного зала 1320 кв. м., высота 8 м. при спортивном зале имеется тренерская, раздевалки для мальчиков и девочек, снарядная, плавательный бассейн с ванной 12х25м, спортивный гимнастический зал, тренировочные залы для футбола, баскетбола и волейбола, тренажерный зал, зал для настольного тенниса.

Рис. 4. Проект многофункционального спортивного комплекса в г. Чебоксары.

Строительство спортивных сооружений позволяет реализовать широкий спектр задач:

- Укрепление здоровья населения. По статистике, около четверти россиян страдает от ожирения, около 5% - от сахарного диабета. Именно постоянные занятия физкультурой позволяет человеку контролировать свой вес, употреблять здоровую пищу, а это обязательно принесёт эффект.

- Развитие территорий. Отсутствие инфраструктуры – одна из ключевых национальных проблем. Спортивные объекты способны стать центром притяжения для молодёжи, разнообразить досуг населения.

- Создание новых рабочих мест. Каждый новый объект формирует десятки вакансий, а также становится базой для развития предпринимательской деятельности.

- Социальная ответственность бизнеса. Вложение денежных средств в локальные и глобальные проекты позволяет повысить доверие к тем, кто формирует денежную политику страны.

Литература:

1. Каратаев О.Р., Новиков В.Ф., Перикова Е.С., Шипилов Р.В. Спортивные сооружения: Учеб. пособие. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2008.
2. Мячин И.К., Стародуб А.Э., Смирнов Б.М. Москва-80. Олимпийский путеводитель. М.: Московский рабочий, 1980.
3. Александров Ю.Н. Москва. Диалог путеводителей. М.: Московский рабочий, 1985.
4. Ильин М.А. Москва. М.: Искусство, 1993.
5. СП 332.1325800.2017 Спортивные сооружения. Правила проектирования.

Ключевые слова: многофункциональный спортивный комплекс, занятие спортом, новые виды спорта, спортивная зона, трансформация, типологические границы, проект многофункционального спортивного комплекса в г. Чебоксары.

Keywords: multifunctional sports complex, sports, new sports, sports zone, transformation, typological boundaries, a project of a multifunctional sports complex in the city of Cheboksary.

Андреев Евгений Вениаминович, магистр строительного факультета, ФГБОУ ВО Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия
E-mail: andreevski97@mail.ru
Сакмарова Лариса Алексеевна, зав каф. архитектуры и дизайна среды, доцент, кандидат педагогических наук, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия
E-mail: lara.sakmarova@mail.ru

Andreev Evgenii Veniaminovich, undergraduate of «Chuvash State University. I.N. Ulyanova», Cheboksary, Russia
E-mail: andreevski97@mail.ru
Sakmarova Larisa Alekseevna, Head of Department of architecture and environment design, associate professor, candidate of pedagogical sciences, «Chuvash State University. I.N. Ulyanova», Cheboksary, Russia

E-mail: lara.sakmarova@mail.ru

Для цитирования:
Андреев Е.В. Типологический анализ многофункциональных спортивных комплексов / Е.В. Андреев, Л.А. Сакмарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 5 - 12.

Citation:
Andreev E.V. Typological analysis of multifunctional sports complex / E.V. Andreev, L.A. Sakmarova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 5 - 12.

УДК 72.012(1-21)

ДИЗАЙН ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ. СИНТЕЗ ИСТОРИЧЕСКОЙ И СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ.

С.П. Ахметова, О.П. Андреева, Э.В. Михайлова
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

Малым городам нашей страны, несущим историко-культурный потенциал, необходима защита и сохранение архитектурных и стилистических качеств исторической среды. Существующая среда таких городов, как правило, не отвечает требованиям динамично развивающейся реальности, что заметно снижает ее функциональность и минимизирует эстетическую ценность. В результате мы имеем конфликт во взаимодействии исторически-сложившейся застройки, ультрасовременных зданий и малых архитектурных форм. Разрешение сложившегося конфликта возможно посредством включения в среду элементов дизайна. Дизайн городской среды благоприятствует восприятию архитектуры разных эпох как сложный, но гармоничный и целостный ансамбль, сохраняя традиции, генерируя новые идеи. Кроме того, подобная практика позволяет обеспечить городу стабильность, не препятствуя при этом его динамичному развитию.

THE DESIGN OF THE URBAN ENVIRONMENT. THE SYNTHESIS OF HISTORICAL AND MODERN ARCHITECTURE.

Abstract.

Small cities of our country that carry historical and cultural potential need to protect and preserve the architectural and stylistic qualities of the historical environment. The existing environment of such cities, as a rule, does not meet the requirements of a dynamically developing reality, which significantly reduces its functionality and minimizes aesthetic value. As a result, we have a conflict in the interaction of historically established buildings and ultramodern buildings and small architectural forms. The resolution of the existing conflict is possible through the inclusion of design elements in the environment. The design of the urban environment favors the perception of architecture from different eras as a complex, but harmonious and integral ensemble, preserving traditions, generating new ideas, maintaining comfort and coziness. In addition, this practice allows the city to ensure stability without interfering with its dynamic development.

Одной из важнейших проблем, стоящих перед современными архитекторами и дизайнерами России, является гармоничное сочетание в городах современной и исторической архитектуры.

Каждый исторический период накладывает свой отпечаток на облик любого города. Здания, появившиеся при различных условиях и в разные исторические времена, имеют неповторимый и своеобразный вид, определяемый формой, пластикой, отделкой, конструктивными и стилистическими решениями. Именно это и делает данные сооружения уникальными. Новые технологии, быстрый темп жизни, все более возрастающая плотность застройки старых районов - все это создает определенный психологический диссонанс. Ведь необходимо не просто проектировать современные здания, но и тонко, грамотно вписывать их в существующую ситуацию, усиливая образное звучание экстерьера города, не нарушая его привычного уклада жизни. Горожанам очень важно чувствовать себя в своем городе комфортно, ощущать себя хозяевами и знатоками излюбленных милых уголков.

Историко-культурный потенциал малых провинциальных городов как объект исследования архитекторов и дизайнеров дает представление о возможностях восстановления архитектурно-пространственных и художественных качеств исторической среды, а также о способах интеграции сохранившегося наследия в жизнь современного города.

В процессе развития архитектурно-стилистического образа города всегда остро стояла проблема столкновения старого и нового, современного и исторически сложившегося.

Проблемой взаимоотношений между исторически-сложившейся среды города и запросами современной жизни занимается дизайн городской среды, предполагающий на сегодняшний день комплексное формирование предметно-пространственной среды, путем создания с помощью особых художественных и технических решений элементов наполнения городского пространства на базе градостроительных решений в сочетании с архитектурой и ландшафтом. Формирование элементов среды в городском дизайне подразумевает под собой создание не только пользы и эстетики, но и функционального процесса. На задачи городского дизайна влияет такой фактор как уровень градостроительного рассмотрения, который может быть как архитектурно-ландшафтным городским комплексом, так и малыми архитектурными формами.

Развитие центров малых городов в современной ситуации преобразования городского пространства ставит перед проектировщиками и архитекторами следующие задачи: сохранение

ценностей исторической среды и приобретения современных средовых качеств, отвечающих актуальным требованиям. Наиболее важными из них являются создание комфортной гостеприимной атмосферы, ощущения безопасности, а также положительного настроя жителей и гостей города.

Наличие заброшенных и неосвоенных пространств, находящихся на территории города - еще одна проблема городской среды, требующая своего скорейшего решения. Именно объекты дизайна способны реанимировать подобные серые пятна на карте города.

Примером грамотного решения данной проблемы является интеграция современных зданий в уже сложившуюся историческую среду. Новое здание встраивается в уже существующий типологический ряд с помощью приемов масштабирования, модульности и пропорционирования. Можно выделить следующие направления соединений старых и новых зданий:

1. Симбиоз «старого и нового», где современное здание создает единый историко-архитектурный ансамбль со старой застройкой посредством общих композиционных приемов, «созвучных материалов» и гармоничных форм.

2. Вписывание в историческую застройку. В результате данного приема осуществляется дополнение исторической застройки по ритму и массам, чем достигается стилистическая целостность.

3. Принцип подчинения - подразумевает под собой доминирующую по отношению к современному зданию историческую застройку. Данный эффект достигается за счет лаконичности колористического и конструктивного решения новой постройки, которая визуально отдает приоритет историческому зданию, «растворяясь» в пространстве.

4. Контраст «старого и нового» - достигается путем противопоставления современного здания исторической застройке посредством применения современных материалов и подбора контрастных архитектурных форм.

Гармоничный дизайн городской среды оказывает большое влияние на частную жизнь человека, способствуя формированию новых тенденций, сохраняя традиции, создавая комфорт и уют, придавая городской жизни стабильность и делая ее более динамичной. К сожалению, современную среду многих городов на сегодняшний день можно назвать дисгармоничной и дискомфортной. Попытаемся сформулировать основные проблемы, которые можно решить или нивелировать средствами дизайна:

- потеря архитектурно-ландшафтных панорамных качеств и видовых точек;
- дефицит благоустроенных улиц – запущенное озеленение, разрушенное покрытие; отсутствие скамеек и урн;
- неверно подобранное колористическое решение как отдельных зданий, так и улицы в целом; состарившиеся фасады зданий на городской периферии; использование несоответствующих нормам средств реконструкции и реставрации фасадов;
- переизбыток и отсутствие грамотной структуры информационно-рекламных элементов, а также низкий уровень дизайна наружной рекламы.
- недостаток малых архитектурных форм, национальной символики, фирменных знаков.

Оптимальное сочетание современных проектируемых зданий с исторически сложившейся застройкой является трудной и интересной творческой задачей. Исходя из роли возводимого в сложившейся исторической среде сооружения, возможно использование двух основных приемов - противопоставление историческому окружению или подчинение окружающей застройке и ее стилистическим характеристикам.

Современным архитекторам необходимо относиться к исторической среде бережно, обеспечивая гармоничное сосуществование старого и нового.

Литература

1. Бандарин Ф., Ван Оерс Р. Исторический городской ландшафт: Управление наследия в эпоху урбанизма.- Казань: Издательство «Отечество», 2013. С. 10-15
2. Душкина Н. Вторая жизнь. Обращение со старыми постройками // Speech. 2008. № 02. С. 40.
3. Чобан С. Современная архитектура в условиях исторической застройки [Электронный ресурс].– Режим доступа: https://realty.rbc.ru/news/577d242a9a7947a78ce91b73

Ключевые слова: дизайн городской среды, историко-культурный потенциал, современная архитектура, историческая среда, симбиоз.

Keywords: urban environment design, historical and cultural potential, modern architecture, historical environment, symbiosis.

Ахметова Светлана Петровна, доцент кафедры архитектуры и дизайна среды

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

E-mail: ahsvetsvet@mail.ru

Андреева Ольга Пименовна, доцент кафедры архитектуры и дизайна среды, кандидат педагогических наук,

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

E-mail: olyaokt@mail.ru

Михайлова Эвелина Валериановна, доцент кафедры архитектуры и дизайна среды, кандидат педагогических наук

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

e-mail: evelki38@yandex.ru

Akhmetova S.P., Ph.D., assistant professor of architecture and environmental design,

Chuvash State University. IN Ulyanova, Cheboksary.

e-mail: ahsvetsvet@mail.ru

Andreeva Olga Pimenovna, Associate Professor of Architecture and Environmental Design Department, Candidate of Pedagogical Science

Chuvash State University named after I. N. Ulyanov

Michailova Evelina Valerianovna, Associate Professor of Architecture and Environmental Design Department, Candidate of Pedagogical Science

Chuvash State University named after I. N. Ulyanov

Для цитирования:

Ахметова С.П. Дизайн городской среды. Синтез исторической и современной архитектуры. / С.П. Ахметова, О.П. Андреева, Э.В. Михайлова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 13 - 17.

Citation:

Akhmetova S.P. The design of the urban environment. The synthesis of historical and modern architecture/ S.P. Akhmetova, O.P. Andreeva, E.V. Michailova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 13 - 17.

УДК 725.515

ИСТОРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ САНАТОРНО-КУРОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ РОССИИ

И.И. Владимирова, Л.А. Сакмарова
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье рассматривается процесс развития санаторно-курортной отрасли в рамках системы здравоохранения России, проблемы, которые требуют своего решения. Предложен проект санаторно-курортного комплекса в г. Чебоксары.

HISTORICAL ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE SANATORIUM-RESORT COMPLEXES OF RUSSIA

Abstract

The article discusses the process of development of the sanatorium-resort industry within the framework of the Russian health care system, problems that require their own solutions. The proposed project sanatorium complex in the city of Cheboksary.

Сейчас, когда вокруг много факторов, негативно сказывающихся на здоровье людей, развитие рынка санаторно-курортных организаций имеет большое значение для жителей нашей страны.

Актуальность развития организаций оздоровительных услуг в России, таких как санаторно-курортные комплексы, обусловлена тем, что на сегодняшний день люди не уделяют своему здоровью особого внимания, не заботятся о нем в повседневной жизни и это стало проблемой государственного масштаба и на это направлена основная идея Национального проекта «Здоровье». Важнейшие программы проекта - развитие профилактической направленности здравоохранения, создание информационной системы баз данных об оздоровительном потенциале регионов России. Так как современное здравоохранение представляет собой комплекс мер лечения, профилактики и оздоровления, строительство разнообразных, хорошо оснащенных, современных санаторных комплексов необходимо для повышения качества здоровья населения.

Рынок оздоровительных услуг в России развит недостаточно. Поэтому следует реализовывать научный подход к развитию оздоровительного туризма как элемента образа жизни человека,

потому что здоровье человека напрямую зависит от условий и образа его жизни, следовательно, обусловлено постановкой и качеством оказания оздоровительных услуг.

Нашим исследованием выделены следующие периоды в развитии санаторно-курортного дела:

1) стихийно-эмпирический (древние времена - средние века). Курортные факторы применялись преимущественно с целью гигиены и санитарии(омовения, купальни, бани);

2) научно-курортологический (XVI-XVIII вв.) Зарождение и развитие научных основ курортологии. Включение курортологии в медицинскую практику. Возникновение первых курортов, подходов к их эксплуатации;

3) коммерческий (XIX - начало XX в.). Бурное развитие курортов. Использование не только для лечения, но и для времяпровождения. Возникновение рекреационных предприятий: санаториев, лечебниц;

4) дифференцированный (XX - начало XXI в.) Разделение подходов к курортному делу на коммерческий и социальный.

Развитие российских санаторных курортов началось еще во время царствования императора Петра I. Он неоднократно был в Западной Европе, поэтому был знаком с их практикой лечения. Так, в 1715 г. «царь занемог и отправился в Германию, городок Пирмонт на лечение. Там пребывал почти три недели, кушал воду. 30 мая, в день рождения царя, публичного банкета не было, так как дохтуры при употреблении тех вод вина пить всем заказали». Возвратившись в Россию, Петр приказал придворным медикам «искать в нашем государстве ключевых вод, которыми можно пользоваться от различных болезней». В 1717 г. последовал Указ «О приискании в России минеральных вод». Вскоре в Олонецкой губернии были обнаружены минеральные воды.

В 1719 г. близ Петрозаводска возле минерального источника построили дворец, в котором жил царь с семьей. Именно здесь и зародился первый курорт в России - Марциальные воды. Правда, после смерти царя курорт пришел в упадок и до 1964 г. прекратил свое существование [1].

Рис.1. Санаторий «Марциальные воды»

Рис.2. Санаторий «Ливадия», Крым

В начале февраля 1945 года главы правительств союзных держав (Советского Союза, США и Великобритании) прибыли в Ливадию для участия в Крымской конференции. Выбор места встречи Большой тройки определил мягкий климат Крыма, благоприятно действовавший на здоровье. По воспоминаниям советского дипломата И.М. Майского, «Сталин не хотел покидать страну, и конференцию нужно было устраивать где-то в Советском Союзе. После конференции Ливадия использовалась как государственная дача. Но как-то раз, незадолго до своей смерти, Сталин поинтересовался Ливадией. «Как она используется в настоящее время?» - спросил он. Узнав, что она служит госдачей, Сталин дал команду передать Ливадию ВЦСПС под здравницу. Это был первый санаторий для крестьян и простых рабочих людей, он функционирует и по сей день [2].

В 90-е в стране действовали 5853 санатория, предоставлявших услуги отдыха и оздоровления. После распада СССР почти 2,5 тысячи объектов отошли бывшим союзным республикам, а теперь независимым государствам. Но затем в санаторно-курортной отрасли все же наметились положительные тенденции развития. В 1999 г. заполняемость здравниц составила 67%. Сейчас в России работают более 1800 санаторно-курортных учреждений с общим фондом в более чем 350000 коек. Непосредственно в Чувашии насчитывается 12 санаториев с различной направленностью. Санаторно-курортные комплексы Чувашской Республики представлены на рисунках 3-14.

Рис.3. Санаторий «Солнечный берег»

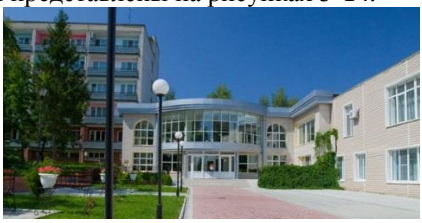


Рис.4. Санаторий «Волжанка»

Рис. 5. Санаторий «Чувашия»

Рис. 6. Санаторий «Волжские зори»

Рис.7. Санаторий «Чувашия-курорт»

Рис.8. Санаторий «Салампи»

Рис.9. Санаторий «Надежда»

Рис.10. Санаторий «Жемчужина Чувашии»

Рис. 11. Санаторий «Лесная сказка»

Рис. 12. Санаторий «Волга»

Рис.13. Санаторий-профилакторий «Мечта»

Рис.14. Санаторий «Утес»

За последние десять лет число санаториев, пансионатов и санаториев-профилакториев сократилось на 30% , т.к. российские туристы охотнее посещают зарубежные курорты и оздоровительные комплексы, в то время как объекты внутреннего оздоровительного комплекса остаются в значительной степени неконкурентоспособными по сравнению с зарубежными.

Поэтому, в настоящее время, все большее распространение получает особый тип оздоровительных учреждений – санатории, особенностью и преимуществом которых, является их малая удаленность от города, а проведение оздоровительного обслуживания производится без отрыва от трудовой деятельности. Таким образом, актуальность строительства санаторно-курортного комплекса ни у кого не вызывает сомнений.

Руководствуясь нормами на проектирование функционально-типологической группы Ф3.4 (поликлиники и амбулатории) СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций» нами выявлены следующие требования к объемно-планировочным решениям санаторно-курортных комплексов:

-здания медицинских организаций предназначены для диагностики, лечения и ухода за пациентами в стационарном, как правило, являются многофункциональными и, помимо подразделений для круглосуточного или временного пребывания пациентов (стационары, поликлиники, пансионаты для амбулаторных больных), могут включать в себя подразделения, обеспечивающие их деятельность. Здания медицинских организаций относятся к нормальному уровню ответственности;

- санатории необходимо располагать в условиях благоприятных природных ландшафтов, являющихся дополнительным курортным фактором (сосновый бор, море, река, термальные источники и др.);

- на участке медицинской организации допускается устройство надземных и подземных теплых стоянок для автомобилей;

- при организации отдельных входов в здание для персонала и посетителей стоянки автомашин необходимо размещать поблизости от соответствующих входов в здание. Пути движения пешеходов и подъезда автотранспорта рекомендуется проектировать не пересекающимися;

- на территории лечебной зоны следует предусматривать три климатотерапевтические зоны: зона сплошной тени (около 20%), зона рассеянной солнечной радиации (около 40%) и зона активной солнечной радиации (около 40%);

- планировочная структура здания должна обеспечивать поточность (последовательность) технологических процессов, оптимизацию путей движения основных потоков персонала, больных, больничных грузов с целью минимизации их протяженности и удобства больных, посетителей и персонала;

- для естественного освещения помещений планировочными решениями могут быть предусмотрены внутренние дворы и атриумы и т.д. [3].

На основании этих требований нами был запроектирован санаторно-курортный комплекс в городе Чебоксары. Здание представляет собой набор помещений, которые необходимы для благоприятного пребывания гостей, а также для удобной организации рабочего места врачей и персонала. Здание состоит из трех блоков, представляющих собой в плане форму тора, с переменной этажностью.

Первый и третий блоки соединены между собой на уровне первого и третьего этажей, все три блока между собой соединяются на уровне второго этажа. Первые этажи этих блоков отведены под помещения общего пользования посетителей: зона отдыха и кратковременного пребывания, зона оздоровления и зона питания. Благодаря рельефу участка третий блок имеет нулевой этаж, который отведен под спортивные залы и оздоровительные водо-массажные процедуры. Второй и третий этажи отводятся под жилые комнаты для гостей, а четвертый этаж первого блока – под жилые комнаты для персонала. Спустившись на нулевой этаж гости могут попасть в спортивные и тренажерный залы для тренировок и занятий спортом, получить водолечебные и массажные процедуры. К услугам клиентов - лечебная гимнастика в тренажерном зале, фитобар, солярий и сауна.

Рис.15. Проект санаторно-курортного комплекса в г. Чебоксары.

Спортивные помещения имеют собственные раздевалки и душевые. Здание имеет 2 главных входа. Корпуса оборудованы лестничными клетками с лестницами и лифтами для удобства перемещения по этажам. Кроме этого, каждая лестница ведет на улицу, выполняя функцию эвакуационного выхода для обеспечения безопасности людей.

Проектирование санаторного комплекса сложный, однако желание сделать жизнь людей комфортнее, а их здоровье более крепким, перевешивает чашу весов в свою сторону и попытки поиска лучшей идеи и планировки в конечном итоге дадут свои плоды и приведут к реализации данного проекта в Чувашской Республике.

Литература:

1. История развития санаторно-курортного дела в России [Электронный ресурс] / Борисова А.В., Иерусалимский Ю.Ю. — Электрон. дан. — М.: Современные проблемы сервиса и туризма. - 2009. - №3. - С.31-34. — Режим доступа: http://tourlib.net/statti_tourism/borisova2.htm. — Загл. с экрана.

2. Санатории России: История отрасли от начала прошлого века до наших дней [Электронный ресурс] /— Электрон. дан. — Блог Дмитрия Богданова о туризме на Юге России, 2017. — Режим доступа: https://zm-sochi.livejournal.com/974405.html,свободный. — Загл. с экрана.

3. СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 18 февраля 2014 г. N 58/пр). – М.: Минстрой России, 2014

Ключевые слова: санаторно-курортный комплекс, санаторно-курортные учреждения, проблемы, проект санаторно-курортного комплекса в г. Чебоксары.

Key words: sanatorium-resort complex, sanatorium-resort institutions, problems, project of sanatorium-resort complex in the city of Cheboksary.

Владимирова Ирина Игоревна, магистр строительного факультета, ФГБОУ ВО Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия

E-mail: irishka200196@mail.ru

Сакмарова Лариса Алексеевна, зав каф. архитектуры и дизайна среды, доцент, кандидат педагогических наук, ФГБОУ ВО

«Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия
E-mail: lara.sakmarova@mail.ru

Vladimirova Irina Igorevna, undergraduate of «Chuvash State University. I.N. Ulyanova», Cheboksary, Russia
E-mail: irishka200196@mail.ru
Sakmarova Larisa Alekseevna, Head of Department of architecture and environment design, associate professor, candidate of pedagogical sciences, «Chuvash State University. I.N. Ulyanova», Cheboksary, Russia
E-mail: lara.sakmarova@mail.ru

Для цитирования:
Владимирова И.И. Исторический анализ развития санаторно-курортных комплексов России / И.И. Владимирова, Л.А. Сакмарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 18 - 25.

Citation:
Vladimirova I.I. Historical analysis of the development of the sanatorium-resort complexes of Russia / I.I. Vladimirova, L.A. Sakmarova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 18 - 25.

УДК 624-057.875:378.026.6

ВОЗМОЖНОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ «ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКИ» В РАЗВИТИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ИНТЕРЕСОВ СТУДЕНТОВ-ПЕРВОКУРСНИКОВ.

Т.А. Григорьева, В.М. Сеньков,
Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова,
г. Чебоксары, Россия

Аннотация

Рассмотрены вопросы развития познавательного интереса и стимулирования самостоятельной познавательной деятельности студентов-первокурсников строительных специальностей.

OPPORTUNITIES OF DISCIPLINE "ACHIEVEMENTS OF MODERN CONSTRUCTION PRACTICE" IN THE DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL AND COGNITIVE INTERESTS OF FIRST-YEAR STUDENTS.

Abstract

The questions of development of cognitive interest and stimulation of independent cognitive activity of first-year students of construction specialties are considered.

Архитектурно-строительные специальности как никогда востребованы на рынке труда. Требования к качеству подготовки специалистов постоянно возрастают: нужны квалифицированные конкурентоспособные работники, свободно владеющие не только своей профессией, но и компетентные в смежных областях деятельности, способные к работе на уровне мировых стандартов, готовые к постоянному профессиональному росту.

Ориентация на формирование такого уровня профессионалов обязывает преподавателей использовать новые методики, перестраивать процесс обучения из русла пассивного усвоения знаний в процесс формирования навыков по активному познанию и применению их в реальных жизненных ситуациях.

Значимым мотивом к овладению избранной специальностью для студентов является интерес к профессии, который делает учебную и производственную деятельность привлекательной и необходимой, побуждает к постоянному самосовершенствованию.

Развитие познавательных интересов у студентов-первокурсников в процессе изучения дисциплины «Достижения современной строительной практики» является частью формирования устойчивого интереса к избранной профессии. Казалось бы, что их профессиональный интерес сформировался, т.к. они уже поступили учиться на строительный факультет. Но чаще всего их представления о профессии достаточно скудны и не выходят за пределы чисто житейских. Расширить кругозор студентов, показать весь веер возможностей современной архитектуры и строительства – задача дисциплины.

Дисциплина «Достижения современной строительной практики» изучается на 1 курсе и носит скорее обзорный характер. Студенты знакомятся с архитектурными стилями и направлениями 20 – начала 21 веков, творчеством выдающихся архитекторов, с наиболее значимыми зданиями и сооружениями современности. Учебный материал является для студентов новым, неизвестным, поражает их воображение. И можно было бы этим и ограничиться. Но хочется не просто проинформировать и удивить, а заинтересовать и пробудить желание работать в современной строительной индустрии. Хочется поднять знания студентов на уровень более глубоких понятий, обобщений, понимания закономерностей развития этой области; от любопытства и любознательности через познавательный интерес перейти к уровню познавательной деятельности по осознанному изучению последующих специальных, узкопрофессиональных дисциплин на старших курсах.

Каким образом добиться этого? Можно применять различные методы. Прежде всего – внесение новшеств в формы организации занятий. Традиционные лекции и практические занятия были и остаются основной формой обучения студентов. Но повысить качество проведения занятий, применив нестандартные приемы преподавания, изгнав однообразие и формализм, возможно и необходимо. Разнообразие форм объяснения нового материала на лекциях, привлечение студентов к активной работе на практических занятиях оживляют учебный процесс, способствуют повышению результативности занятий.

Интересу к познанию содействует также показ новейших достижений науки и практики. Необходимо расширить рамки программ, знакомить студентов с основными направлениями творческих поисков, открытиями в области архитектуры и строительства.

Продуманный отбор содержания учебного материала, его структурирования, является важнейшим звеном формирования интереса к учению. Мы апробировали такую логическую последовательность изучения тем: вначале дается обзор всего диапазона стилей 20 - 21 века: от модерна А. Гауди и Ф. Шехтеля, конструктивизма советского периода, функционализма Ле Корбюзье, органической архитектуры Ф.Л. Райта до хай-тека Н. Фостера и Р. Пьяно, деконструктивизма Ф. Гэри и Д. Либескинда, неоэкспрессионизма К. Тангэ, экоархитектуры П. Солери и пр.; рассматривается кратко творчество наиболее ярких архитекторов современности, таких как З.Хадид, С. Калатрава, Э.Сааринен, Р. Роджерс, П. Айзенман, Ж Нувель, К.Еанг, О.Нимейер, А.Исодзаки и других. Тщательно подбирается иллюстративный материал к лекциям и практическим занятиям в виде фотографий, слайдов, презентаций, видеосюжетов.

Удивление и восхищение на данном этапе является сильным стимулом познания, но и это быстро может наскучить. Только привлечение студентов к творческой мыслительной деятельности, к самостоятельной работе дает возможность удерживать интерес к дисциплине и к специальности в целом.

Заинтересовав студентов необычными формами и конструкциями зданий, начинаем задаваться вопросами: «а как это сделано? какие материалы применены? какие инженерные решения позволили соорудить это чудо архитектуры?», тем самым формируя понимание того, какой сложный комплекс вопросов приходится решать при проектировании и строительстве, и, значит, какой объем знаний необходим.

На одной из лекций, посвященной высотным зданиям, на примере башни-небоскреба Бурдж-Халифа (автор проекта Э.Смит) кратко разбираем, какие новаторские технологии были применены при ее проектировании и строительстве: каковы конструкция каркаса и материалы исполнения этого грандиозного сооружения, каковы особенности блочной технологии возведения, как были решены вопросы доставки подъемного крана и строительных материалов на высоту, как устроена система охлаждения, как решены вопросы огнестойкости и эвакуации в случае пожара, проблема безопасности при подъеме на лифте на высоту более 160 этажей и многое другое. Даже при обзорном знакомстве с темой, потрясает, какое количество разнообразных проблем возникло при ее строительстве, тем не менее, они были успешно решены.

Следующий метод поддержания интереса - ориентация на формирование у студентов профессионально значимых знаний. Преподаватель может подбирать материалы, факты, примеры, задания, вопросы с учётом их значимости для профессиональной подготовки конкретной студенческой группы. Студентами направления подготовки «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» были подготовлены сообщения к научно-практической конференции на тему современных спортивных сооружений, где наряду с общей информацией о стадионах и спортивных центрах, упор делался на особенностях выполнения большепролетных перекрытий, раздвижных крыш, трансформируемых посадочных мест и арен и пр. Также обзорно знакомились с такими сооружениями, как современные мосты и особенности их конструкций. Несколько студентов, увлекшись темой, самостоятельно подготовили сообщение обо всех построенных и реконструированных стадионах к Чемпионату мира-18 по футболу в России и выступили с ним на практическом занятии. Студентов направления подготовки «Промышленное и гражданское строительство» заинтересовали примеры по реконструкции и надстройке старого жилого фонда в Германии и России, а также тема по разнообразию форм, конструкций и материалов в частном малоэтажном строительстве.

Интересные сообщения были подготовлены студентами к конференции по теме «Архитектура современных культовых сооружений», где также уделялось внимание не только нетрадиционным разнообразным внешним формам, но и их инженерно-конструктивному решению.

Силами студентов были собраны материалы, посвященные архитектуре России последних лет. В первую очередь это постройки в Москве: комплекс Москва-Сити, парк Зарядье, научный центр в Сколково, новые жилые здания и микрорайоны, садово-парковые комплексы; а также комплекс Олимпийских сооружений в Сочи, Крымский мост, новые оригинальные здания офисных и торговых центров, банков, жилых зданий в городах - миллионниках, современные промышленные комплексы, такие как завод «Высота 239» и др.

Нами затрагивались вопросы применения новых видов строительных материалов, а также традиционных материалов в новых технологиях, таких, как многоэтажное деревянное строительство в Канаде, Германии, Скандинавии, или возведение купольных деревянных домов, зданий из контейнеров и пр.

Знакомились мы и с инновационными строительными технологиями, позволяющими возводить здания буквально за несколько дней: это сборные дома из готовых модулей различной модификации, дома их биопластика, напечатанные на 3D принтере, дома из фигурных кирпичей, собирающиеся по подобию пазлов и др.

Завершается курс дисциплины обзором проблем и путей развития архитектуры 21 века**.** Это «активный дом» и «пассивный дом», энергоэффективные дома и города, подземные дома и дома на крыше, мобильные дома, дома-капсулы и многое другое. Рассматриваются проекты городов будущего с новой концепцией пространства, вертикальные города, нелинейная архитектура, фрактальная архитектура и т.д.

Нам кажется, что полученной информации более чем достаточно, чтобы появилось желание узнавать больше и глубже.

Но эффективность обучения находится в прямой зависимости не только от количества и качества информации и деятельности педагога, но и от уровня активности самих обучающихся. Поэтому одна из главных задач преподавателя – развитие у студентов творческого отношения к делу, стремления к самостоятельному пополнению знаний. Самостоятельная работа студентов в основном заключалась в подготовке сообщений к практическим занятиям, сбору наглядного материала к изучаемым темам, в составлении терминологического словаря и опорных конспектов в виде таблиц, подготовке презентаций и докладов к научно-практической конференции. Нами особо поощрялись студенты, которые находили интересные факты в русле обсуждаемой темы и сообщали их в конце практического занятия. Над формами самостоятельной познавательной деятельности студентов еще нужно поработать.

Большое значение нами придавалось развитию творческой активности студентов. В ходе занятий возникали диалоги, когда студенты высказывали свое мнение или отстаивали свою точку зрения; создавались проблемные ситуации, поощрялись попытки самим найти ответы на выдвигаемые вопросы.

Способность работать в коллективе, способность к самоорганизации и самообразованию развивались в ходе подготовки сообщений и выступления на научно-практической конференции. Выбиралась одна тема на двоих и нужно было распределить деятельность каждого: поиск теоретической информации и наглядности, написание реферата и создание презентации, последовательность выступления с сообщением и т.д. Были задуманы

задания для работы в группах по 3-5 человек, в форме соревнований или мозгового штурма, но пока не были апробированы в полной мере.

Небольшой пока опыт преподавания дисциплины «Достижения современной строительной практики» позволяет сделать вывод, что развить познавательный интерес у студента вуза можно лишь применением комплекса форм и методов обучения. Роль интересов в процессах учебной деятельности велика. Они заставляют молодого человека активно искать пути и способы удовлетворения возникшего желания понимать и знать. Удовлетворение интереса не приводит к его угасанию, а вызывает возникновение новых интересов, отвечающих более высокому уровню познавательной деятельности.

Литература:

1. Васильева О. С. Система средств развития познавательного интереса у студентов младших курсов вузов. Автореф. дисс. канд. пед. наук. – Саратов, 2002. – 22с.

2. Ковалевский И. Организация самостоятельной работы студента // Высшее образование в России №1, 2000, с.114-115.

3. Ахметова С.П. Духовно-нравственное воспитание студентов в процессе преподавания дизайна: конспект лекций / С. П. Ахметова; Министерство образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, ФГОУ ВПО "Чувашский гос. ун-т им. И. Н. Ульянова". Чебоксары, 2006.

Ключевые слова: современная архитектура, современное строительство, строительные специальности, образовательный процесс, познавательный интерес, познавательная деятельность.

Keywords: modern architecture, modern construction, construction specialties, educational process, cognitive interest, cognitive activity

Григорьева Татьяна Алексеевна, старший преподаватель, *Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова.*

E-mail: grital0904@mail.ru

Сеньков Валерий Моисеевич, старший преподаватель, *Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова.*

E-mail: Senkov.valery@yandex.ru

Grigoreva Tatyana Alekseevna, *Senior lecturer,*
Chuvash State University named after I. N. Ulyanov
Senkov Valeriy Moiseevich, *Senior lecturer,*
Chuvash State University named after I. N. Ulyanov

Для цитирования:

Григорьева Т.А. Возможности дисциплины «достижения современной строительной практики» в развитии профессионально-познавательных интересов студентов-первокурсников / Т.А.Григорьева, В.М. Сеньков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 26 - 32.

Citation:

Grigoreva T.A. Opportunities of discipline "achievements of modern construction practice" in the development of professional and cognitive interests of first-year students./ T.A. Grigoreva, V.M. Senkov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 26 - 32.

УДК 378.02:7.012

МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ В СФЕРЕ АРХИТЕКТУРЫ И ДИЗАЙНА.

А.С. Евсеева, Б.В. Самсонов
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет имени И.Я. Яковлева», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В современном мире, для квалифицированной подготовки специалистов, педагогу необходимо идти в ногу со временем и соответствовать современным требованиям государственных образовательных стандартов. Одним из критериев успешного формирования компетенций у студентов, в образовательных стандартах являются методы обучения, которые имеют свою классификацию, и требуют тщательного рассмотрения и отбора для использования в процессе образования.

METHODS OF TEACHING IN THE SPHERE OF ARCHITECTURE AND DESIGN.

Abstract

In the modern world, for qualified training of specialists, the teacher needs to keep up with the times and meet the modern requirements of state educational standards. One of the criteria for the successful formation of students' competences, in educational standards are teaching methods that have their own classification, and require careful consideration and selection for use in the educational process.

Деятельность в сфере архитектуры и дизайна подразумевает собой наличие навыков проектирования, творческого мышления и креативности. В более широком смысле данный вид деятельности направлен также на более широкие социально-технические проблемы функционирования и эстетической формы предметов и направлен на реализацию рационального построения функциональных и художественных свойств продукта.

Для успешного соблюдения требований данного вида деятельности, человек должен быть профессионалом и иметь соответствующую профессиональную подготовку, образование.

Под содержанием образования понимается тот уровень личностного развития, предметной и социальной компетентности человека, которым он должен обладать в результате получения знаний. Таким образом, содержание образования составляют система знаний,

умений, навыков, черт творческой деятельности, мировоззренческих и поведенческих качеств личности, которые обусловлены требованиями общества и к достижению которых должны быть направлены усилия обучающих и обучающихся. На формирование данных условий, несомненно, влияет выбор методов обучения.

Под методами обучения понимают последовательное чередование способов взаимодействия учителя и учащихся, направленное на достижение определенной цели посредством проработки учебного материала. Распространенная классификация методов построена на основе выделения источников передачи содержания, которые делятся на:

1) словесные;

2) практические;

3) наглядные.

Если методы обучения выступают как способы организации упорядоченной учебной деятельности учащихся по достижению дидактических целей и решению познавательных задач, то их можно разделить на следующие группы:

1) методы приобретения новых знаний;

2) методы формирования умений и навыков по применению знаний на практике;

3) методы проверки и оценки знаний, умений и навыков.

По степени самостоятельности и творчества в реализации деятельности обучающихся, методы обучения делятся на:

1) объяснительно иллюстративный – осуществляется как лекция, рассказ, демонстрация опытов и др.

2) репродуктивный - решение задач, воспроизводство опытов;

3) продуктивный – метод получения новых знаний и умений в результате творческой деятельности.

4) эвристический – заключается в организации активного поиска решения выдвинутых в обучении познавательных задач либо под руководством педагога, либо на основе эвристических программ и указаний;

5) исследовательский – обучаемые самостоятельно изучают литературу, ведут наблюдения.

На выбор методов обучения влияют особенности методики конкретной учебной дисциплины, цели и задачи дисциплины, материально-технические возможности учебного заведения, объем содержания и требований, подлежащих усвоению. Со стороны обучающихся также немаловажными факторами являются уровень их подготовленности, степень развитости познавательной активности.

Архитектурная и дизайнерская деятельность подразумевают собой не только проектирование, но также анализ, научный подход и исследования в данных областях. Именно поэтому методы преподавания в данных сферах должны включать в себя как практическую, так и научную сторону. Немаловажным является то, что архитектура и дизайн имеют богатую историю, которую также необходимо использовать в современной практике.

Конкретно говоря, в преподавании дисциплин, относящихся к архитектуре и дизайну, необходимо использовать разнообразные классифицированные методы обучения, а именно, продуктивные и репродуктивные.

Условием функционирования продуктивных методов является наличие проблемных задач. Проблемные задачи – это всегда поиск нового способа решения. Таким образом, продуктивные методы обучения базируются на проблемной интерпретации учебного материала.

1. Метод проблемного изложения — это устный монолог преподавателя, активизирующий продуктивную мыслительную деятельность путем создания у обучающихся проблемной ситуации или группы проблемных ситуаций с последующими предложениями по ее разрешению, требующими убедительной аргументации и доказательств.

2. Метод эвристического диалога - это вопросно-ответный способ организации процесса обучения, в котором вопрос имеет проблемный характер, а ответ является результатом активного аналитического поиска студентов под руководством преподавателя.

3. Метод мозгового штурма - это интенсивное хаотическое генерирование идей без их сиюминутного анализа и с отдаленной по времени оценкой. В основе метода мозгового штурма лежит создание вероятностных ситуаций, активизирующих ассоциативные способности человека. Метод мозгового штурма имеет ряд модификаций, основные из них: групповое решение проблемы, массовая мозговая атака, концентрация идей.

Репродуктивным методом обучения является такой метод, в котором применение ранее изученного осуществляется, основываясь на образец или правило. При использовании такого метода деятельность учеников носит характер алгоритма. Есть несколько видов репродуктивных методов:

1. Повествовательное изложение - это непродолжительный по времени устный художественно-описательный монолог

преподавателя, в основе которого лежит определенный элемент содержания учебного материала;

2. Объяснительно-иллюстративное изложение — это продолжительный устный монолог педагога, в основе которого лежит элемент содержания учебного материала, характеризующийся информативно-познавательной емкостью, высокой степенью сложности логических построений, образов, доказательств и обобщений. Логическим центром такого изложения является какое-либо обобщение теоретического характера, относящееся к сфере научного познания.

3. Образно-ассоциативное изложение — это устный монолог преподавателя, предъявляющий студентам образно-ассоциативную конструкцию учебного материала, способствующего успешному восприятию и запоминанию информации, актуализации умственной деятельности студентов и устранению перегрузок в обучении. Основным элементом образно-ассоциативной конструкции является опорный сигнал — единичный ассоциативный образ, заменяющий некое смысловое значение; он способен мгновенно восстановить в памяти известную вам ранее понятую информацию.

Основу профессиональной деятельности преподавателя составляет его методическая деятельность по организации педагогического процесса. Она должна быть направлена на полноценное результативное освоение обучающимися дисциплины.

Для полноценного понимания важности выбора метода обучения, необходимо рассмотреть примерную дисциплину данных направлений подготовки. Так, например, в дисциплине «Эстетика формирования городской среды», относящейся к вариативной части блока дисциплин направления подготовки 54.03.01 Дизайн, есть свои требования к преподавателю, обуславливающие выбор методов обучения:

1. Наличие соответствующего образования и систематическое повышение квалификации преподавателя;

2. Готовность к постоянному самообразованию;

3. Широкий диапазон знаний в области архитектуры и дизайна;

4. Владение современными методиками преподавания;

5. Владение индивидуальным подходом к развитию творческих способностей каждого из студентов;

6. Умение связать изучаемые темы с будущей профессией студентов.

Для реализации дисциплины «Эстетика формирования городской среды» педагогу нужна учебно-методическая литература следующих видов:

– ориентирующие учебно-методические материалы;
– примеры-образцы методических разработок;
– учебно-методические материалы для самоконтроля преподавателя;
– целевые учебно-методические тексты;
– методические задания.

Лекционно-практическая форма обучения предполагает разработку специальных методических пособий для проведения как лекций, так и практических занятий, подбор большого количества наглядного материала по изучаемым темам в виде интерактивных методов обучения с подготовкой слайдов, презентаций, методических фильмов, а также с применением образцов выполнения практических работ из методического фонда и пр.

Выбранные методы обучения не случайны, так как они затрагивают как практическую, так и научную стороны образовательного процесса. Немаловажно то, что данные методы позволяют в полной мере раскрыть творческий потенциал обучающихся, обеспечивают наглядную практику решения реальных задач и проблем, а также позволяют подкреплять практические знания опытом педагога и историческими фактами.

Литература

1. Беляева А.П. Дидактические особенности преподавания специальных предметов // Программе созидания - высококвалифицированные рабочие кадры. - Киев, 1987. С. 216-225.

2. Лобанова С. А. Активные методы обучения как средство развития субъектной позиции студента: Автореф. дисс., 2009.

3. Марченко М. Н. Развитие способностей к дизайнерской деятельности: Диссертация доктора педагогических наук. – М., 2002

4. Грашин, А. А. Методология дизайн-проектирования элементов предметной среды (дизайн унифицированных и агрегатированных объектов): [учебное пособие для архитектурных и дизайнерских специальностей] - М. : Архитектура-С, 2004. С. 229.

Ключевые слова: дизайн, архитектура, методы обучения.

Keywords: design, architecture, teaching methods.

А.С. Евсеева, магистрант факультета Художественного и музыкального образования, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный

педагогический университет имени И.Я. Яковлева», г. Чебоксары, Россия

E -mail: alexandra_redville@mail.ru

Б.В. Самсонов, заведующий кафедрой дизайна и МПО, доцент кафедры дизайна и МПО ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет имени И.Я. Яковлева», кандидат педагогических наук, доцент, г. Чебоксары, Россия

E -mail: chgpu_design@mail.ru

A.S. Evseeva, undergraduate of the Faculty of Art and Music Education, FGBOU VO "Chuvash State Pedagogical University named after I.Ya. Yakovlev ", Cheboksary, Russia

E -mail: alexandra_redville@mail.ru

B.V. Samsonov, head of the department of design and MPO, associate professor of the department of design and MPO FGBOU VO "Chuvash State Pedagogical University named after I.Ya. Yakovlev, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Cheboksary, Russia

E -mail: chgpu_design@mail.ru

Для цитирования:

Евсеева А.С. Методы обучения в сфере архитектуры и дизайна / А.С. Евсеева, Б.В. Самсонов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 33 - 38.

Citation:

Evseeva A.S. Methods of teaching in the sphere of architecture and design / A.S. Evseeva, B.V. Samsonov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 33 - 38.

УДК 004.92(075.8)

ИЗ ИСТОРИИ АРХИТЕКТУРЫ КЛАССИЦИЗМА В ЧУВАШИИ
(церковь Вознесения Господня села Семеновское Порецкого района)

А.А. Исаев
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары.

Аннотация

В статье предложен исторический экскурс в Порецкую волость середины XVIII в., знакомство с видными людьми того времени, способных и имущих вести строительство в этом районе и в т. ч. значительных культовых сооружений в классическом стиле, присущем тому времени, одним из которых является Вознесенска церковь в с. Семёновское. Рассматривается история проектирования и строительства одного из самых величественных храмов классицизма в Чувашской Республики и архитетурно-конструктивные особенности его построения.

FROM THE HISTORY OF CLASSICISM ARCHITECTURE IN CHUVASHIA

Abstract

The article proposed a historical excursion into the Poretsk volost of the mid-18th century, acquaintance with prominent people of that time, capable and possessing to carry out construction in the area and including significant religious buildings in the classical style inherent in that time, one of which is Voznesensk church in s. Semenovskoe. The history of the design and construction of one of the most magnificent temples of classicism in the Chuvash Republic and the architectural and design features of its construction are considered.

В 1731 году Порецкая вотчина, в том числе и село Семеновское, по указанию императрицы Анны Иоанновны передается графу С.А. Салтыкову. Офицер - преображенец Семен Андреевич Салтыков, двоюродный брат империатрицы по матери, Прасковье Федоровне Салтыковой, внес значительный вклад в укрепление самодержавной власти вступившей на престол Анны Иоанновны. В научном архиве Чувашского государственного института гуманитарных наук есть документ, где Порецкая вотчина упоминается в 1739 году как «вотчина генерала лейб-гвардии Преображенского полка, подполковника Её Императорского Величества, генерал-адъютанта

сиятельнейшего графа С.А.Салтыкова». С.А. Салтыков и его сын П.С. Салтыков не только значительно расширили свой владения, но и стали активно внедрять промышленное производство в Порецком крае. Представители знатного рода занимали высокие должности в Российской Империи. Так генерал-аншеф граф Н.И. Салтыков осуществлял общий надзор за поведением и здоровьем великих князей Александра и Константина, т.е. был воспитателем будущего царя Александра I. Владелец вотчины граф Иван Петрович Салтыков был с 1784 года генерал-губернатором владимирским и костромским, с 1796 - киевским губернатором, а с 1797 по 1804 г. являлся военным губернатором Москвы.

Документы доносят до нас имя инициатора и строителя церкви Вознесения Господня. Это был граф Петр Иванович Салтыков, потомок знатного и широко известного дворянского рода, которого по праву можно отнести к плеяде титулованных благодетелей. Село Семеновское славилось производством высококачественного кирпича. Согласно имеющимся данным, кирпича изготовлялось до 2 миллионов штук в год. В целях обеспечения формовки, сушки и обжига кирпича действовали 15 печей и 40 сараев. Из семеновского кирпича строились практически все значимые каменные строения в округе, в том числе Троицкий собор и барский дом в. Порецком. Из своего высококачественного кирпича и возводится церковь Вознесения Господня села Семеновское. Храм построен взамен сгоревшей деревянной церкви. В некоторых публикациях указывается, что церковь построена И.П. Салтыковым, что не соответствует действительности. Согласно имеющимся данным граф И.П. Салтыков умер в 1805 г. в возрасте 75 лет. Строителем Вознесенской церкви по праву является его сын, владелец Порецкой вотчины граф П.И. Салтыков.

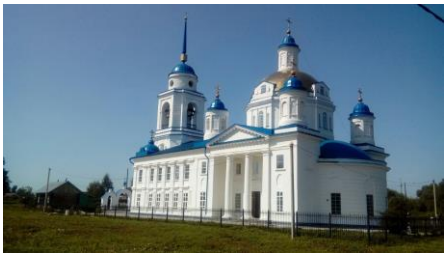
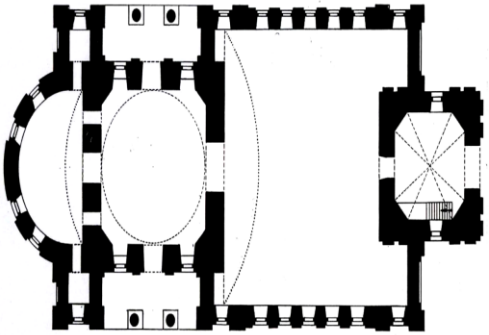


Рис. 1.

Проект церкви правитель вотчины П.И. Салтыков, несомненно, заказал крупному зодчему, чье имя, к сожалению, установить, пока не удалось. В архитектуре семеновской церкви чувствуется рука мастера,

возможно близкого к кругу М.Ф. Казакова. Церковь проектировалась и строилась в особую историко-художественную эпоху. В это время произведения зодчества создаются на основе глубокого изучения образцов античной классики, в них отражаются гражданский пафос, патриотизм. Основой архитектурного творчества становится русский классицизм. Формы классического зодчества стали активно использоваться в строительстве культовых сооружений. Талантливейшими творцами русского классицизма являются В.И. Баженов, И.Е. Старов, А.Д. Захаров, А.Н. Воронихин, М.Ф. Казаков. Последним шедевром М.Ф. Казакова является здание Голицинской больницы в Москве (1801 г.), где при строгих архитектурных формах композиция получила какую-то необычную гибкость и живописность. Мотивы данного произведения, как не странно, угадываются в композиционном решении, силуэте и пропорциях Вознесенской церкви с. Семеновского. Дорические портики, купол с аттиками, барабаны и крыши глав храмовой части семеновской церкви заставляют вспомнить о шедевре М.Ф. Казакова. Строительное дело в России было полностью централизовано, возведение любого здания в пределах государства подчинено единым правилам. Все это способствовало появлению в провинции строений относящихся к произведениям зодчества. Характерным примером является церковь в Семеновском.



Строительство было завершено в 1813 году. Храм освящен во имя Вознесения Господня. Трехчастная композиция слагается из прямоугольного в плане объема храма, завершенного куполом на массивном световом барабане, полукруглой апсиды, широкой трапезной (наружные стены по одной линии с портиками) и трехъярусной колокольни. Вознесенская церковь относится к

центрическим постройкам с одноосным размещением помещений (объемов). Одноосное размещение определяет линейную протяженность храма с запада на восток и резкое различие западного и восточного фасадов и их несходство с северным и южным. Храм бесстолпный, пятиглавый. Храм истолковывался как земное небо; назывался он также и «оком Божьим». Поэтому композиционное господство храма над прочей застройкой было необходимо, очевидно, не только для того, чтобы храм был виден отовсюду, но и чтобы храму – оку – было видно окружающее. Символично и устройство пятиглавия. Как известно пять глав знаменуют Христа и четырех апостолов. Унаследованное от древнерусского зодчества пятиглавие, относится к самым распространенным на территории Чувашии завершениям храмов. Углы четверика акцентированы малыми главами на высоких кирпичных барабанах.

Барабан центральной главы прорезан трехчастными окнами, расположенными на четырех плоских гранях. Этот мотив продолжен и в элементах купола, выступающих в виде аттиков. Барабан центральной главы Вознесенской церкви напоминает о характерном для эпохи барокко восьмерике. Формирующийся из плоских и диагональных закругленных граней барабан, можно рассматривать как прообраз появившейся позже ротонды. Главы храма завершаются шлемовидными покрытиями и крестами с круглыми гипертрофированными подкрестными яблоками. С севера и юга четверика расположены портики, увенчанные треугольными фронтонами. Портики решены в виде антов. В восточных торцах внутреннего пространства портиков устроены два помещения (дьяконник и жертвенник) с входами из алтарной части храма.

Портик, представляющий собой галерею с открытой колоннадой на продольной стороне здания – важнейший элемент архитектуры классицизма. В Вознесенской церкви применен портик дорического ордера. Классицизм конца XVIII – XIX в., демонстрируя красоту чистых геометрических форм, возродил полукруглую апсиду в храмовом зодчестве. В архитектуре Вознесенского храма применена своеобразная полукруглая апсида с дугой плана более 180 градусов, соединенной с четвериком короткими отрезками параллельных стен. Использована также схема фланкирования апсиды плоскими участками стен, родившаяся в XVIII в., и получившая качественно новое развитие в зданиях позднего классицизма.

Четырехгранная, трехъярусная колокольня дополняет и обогащает архитектурный облик храма. Второй и третий ярусы колокольни имеют скошенные углы, выделенные рустовкой. Три стены

невысокого второго яруса колокольни акцентированы полуциркульными окнами. Ярус звона прорезан арочными проемами. Объем колокольни завершается куполом, установленным на круглом барабане с четырьмя круглыми окнами, и шпилем. Завершение колокольни шпилем является характерной особенностью культового зодчества периода русского классицизма. Шпиль Вознесенской церкви представляет собой стержень, на который последовательно, с зазорами (шейками) установлены небольшой четырехгранный объем, надстройка конусной формы и крест с подкрестным яблоком. Шпили подобного вида установлены на колокольнях и других храмов Чувашии, возведенных позже (Петропавловская церковь (1816г.) с. Порецкое, Богоявленская церковь (1829 г.) с. Козловка Порецкого района, Владимирская церковь (1830 г.) с. Малое Чурашево Ядринского района, Крестовоздвиженская церковь (1826 г.) г. Алатырь и др.). В западной части первого яруса колокольни находится портик с дорическими пилястрами, где устроен главный вход в церковь. Вход подчеркнут дугообразной крышей опирающейся на гнутые металлические, прямоугольные в сечении кронштейны. Фасады храма и колокольни декорированы элементами, характерными для русской архитектуры позднего классицизма. Стена апсиды храма, угловые плоскости первого яруса, яруса звона и барабан колокольни покрыты рустом. Пластика поверхностей стен обогащена пилястрами, филенками и нишами. Горизонтальное членение фасадов – профилированные карнизы Карниз второго яруса колокольни опирается на своеобразные спаренные кронштейны.

В 1909 году за счет средств прихожан осуществлены значительные работы по ремонту и реконструкции храма. В значительно увеличенной двухсветной трапезной теперь могли поместиться до 300 молящихся. Здесь были устроены два симметрично расположенных придела: северный – Знамения Божией Матери и южный – преподобного Сергия Радонежского. С этого времени храм стал трехпрестольным. Основные размеры здания в плане: четверика – 13,6 м х 13,6 м.; трапезной – 16,7 м. х 20,3 м. Наибольшая длина церкви 45,2 м., Высота колокольни равняется 30,0 м.

Вознесенская церковь относится к числу немногих храмов Чувашии, практически не пострадавших в годы «богоборчества». В годы тяжких испытаний, выпавших на долю храма, прихожанам церковь Вознесения Господня удалось отстоять. Как пример духовного подвига за веру предстают жизнь и страдания священника Николая Троицкого, служившего в храме в 1930-1933 гг. Подвергшийся гонениям и принявший мученическую кончину за

Христа, священник, решением Священного Синода Русской Православной Церкви от 15 апреля 2008 года причислен к лику святых Новомучеников и Исповедников Российских.

Церковь была закрыта для богослужения только в 1942 году. Однако жизнь прихода продолжалась. Храм практически не пострадал. Уникальный по художественной целостности храм сохранил в своем убранстве великолепные иконы, резные иконостасы, паникадила, хоругви и драгоценную утварь. Позиции Русской православной церкви значительно укрепились в годы Великой Отечественной войны, что способствовало открытию ряда ранее закрытых храмов. В 1944 году Вознесенская церковь с. Семеновское вновь открылась и действует с этого времени. В 2003 году здание-памятник, убранство его интерьеров были исследованы специалистами Центрального музея древнерусской культуры и искусства имени. Андрея Рублева. В экспертном заключении отмечена уникальность этого памятника как целостного храмового ансамбля. Подобная сохранность церкви, как отмечается в документе, является для провинции большой редкостью, «художественная и культурная ценность памятника очень высока».

Памятник, относится к наиболее значительным образцам классического зодчества на территории Чувашской Республики. Согласно Указу Президента Российской Федерации № 176 от 20 февраля 1995 года, Вознесенская церковь с. Семеновское Порецкого района Чувашской Республики отнесена к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) федерального значения.

Литература

1. ЧГИГН. Чувашская энциклопедия. Чебоксары, 2011

2. Архив БУ ЧР «Государственный центр по охране культурного наследия» Минкультуры Чувашии. Учетная документация по объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) г. Чебоксары.

3. Н.И. Муратов. Объекты культурного наследия Чувашской Республики. Каталог. В 2 кн. Книга 2/ Н.И. Муратов - Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во, 2012, с. 197-198

4. Памятники русской архитектуры и монументального искусства - М,: Наука, 1980

Ключевые слова*: объекты культурного наследия, памятники истории и культуры, церковь, храм.*

Keywords: objects of cultural heritage, historical and cultural monuments, church, temple.

А.А. Исаев, кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры и дизайна среды Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары.

AA Isaev, architecture PhD, Associate Professor, Department of Architecture and Design Environment, Chuvash State University. IN Ulyanova, Cheboksary.

Для цитирования:

Исаев А.А. Из истории архитектуры классицизма в Чувашии / А.А. Исаев// Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 39 - 45.

Citation:

Isaev A.A. From the history of classicism architecture in Chuvashia / A.A. Isaev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 39 -45.

УДК 72.012(1-21)

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ АРХИТЕКТУРЫ

А.А. Исаев, Е.Г. Шумихина
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия.

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы совершенствования объемно-пространственного решения многофункциональных объектов, особенности их организации, появления таких объектов в градостроительной среде, их положительные свойства и пути (направления) их развития, а также вопросы проектирования подобных объектов в настоящее время с учётом сложных взаимосвязей, присущих данным сооружениям, в т. ч. с пешеходно-транспортными сооружения (коммуникации), которые проникают в многофункциональное сооружение извне и пронизывают его насквозь..

MULTI-FUNCTIONAL OBJECTS OF ARCHITECTURE

Abstract:

The article deals with the problems of improving the volume-spatial solution of multifunctional objects, the features of their organization, the appearance of such objects in the urban development environment, their positive properties and ways (directions) of their development, as well as the design of such objects at present, taking into account the complex interrelationships inherent in these constructions, including pedestrian-transport constructions (communications), which penetrate into the multifunctional structure from the outside and penetrate it through.

Многофункциональным архитектурным объектом считается сооружение или комплекс, где поочерёдно или одновременно протекает несколько относительно независимых функциональных процессов, каждому из которых обычно соответствует определённый тип зданий.

Перспективность сооружения такого рода объектов взамен отдельно стоящих зданий подтверждается широким распространением этой идеи как в проектах вполне реальных (например, предложение по реконструкции Колхозной и Комсомольской площадей Москвы), так и в проектах поискового, полемического характера (например, проект центра Токио К. Танге). Яркими примерами многофункциональных

объектов являются такие сооружения второй половины XX века, как Новый Арбат в Москве, центр Камбернолда в Шотландии, площадь Бонавенуто в Монреале, и т. д.

Широкую известность получило многофункциональное сооружение на южной стороне Нового Арбата (Москва). Четыре одинаковые 26-этажные блока, расположенные на общем подиуме, вмещают десяток крупных административных учреждений. В самом подиуме, длиной 900 м и шириной 50 м, имеющим два надземных и два подземных уровня, находятся семь крупных специализированных магазинов, многочисленные коммунально-бытовые предприятия и предприятия питания. Все эти учреждения одновременно связаны пешеходной эспланадой 12-метровой ширины и подземным транспортным тоннелем, по которому доставляются грузы.

Центр Камбернолд, рассчитанный на обслуживание 50 тыс. жителей нового спутника Глазго, объединяет все общественные учреждения города. Основу центра составляет своеобразная торговая улица, втянутое многослойное сооружение, размещённое над транзитной магистралью и стоянкой для машин.

Широко известен многофункциональный объект на площади Бонавенуто в Монреале – гигантское герметически закрытое 17-этажное сооружение кубической формы, поднятое над железнодорожными путями и линиями метрополитена. На нижних уровнях сооружения, соединённых с окружающими территориями разветвлённой сетью подземных переходов, находятся магазины, кинотеатр и выставочные помещения. Над ними располагается трёхсветный Конкордия Холл – универсальный зал, оборудованный всем необходимым для организации выставок, массовых митингов и приёмов. Выше находятся офисы, а на последних этажах размещён отель на 400 номеров с садом, плавательным бассейном, рестораном и т.п.

Сопоставление приведённых примеров позволяет обнаружить ряд общих характерных свойств, присущих многофункциональным объектам:

1. Сооружения подобного рода, возникающие и единовременно, и в результате ряда реконструктивных мероприятий, всегда располагаются в городском центре, являясь его частью, или выступая в роли общественного центра в целом.

2. Создание многофункциональных объектов происходит по двум направлениям: в одних случаях – на базе больших однофункциональных объектов, когда преобладающая («генерирующая») функция дополняется другими (торговый центр

объединяется с предприятиями и бытового обслуживания, почтой, сберкассой и т.п.); в других случаях – объекты различных типов сочетаются приблизительно в равных пропорциях.

3. Наиболее распространённый набор функций подобных центров – это административные, культурно-просветительные, торговые учреждения, предприятия питания и бытового обслуживания, которые взаимодействуют посредством горизонтальных и вертикальных связей.

4. Непрерывность ограждающих поверхностей, единство конструктивной системы, системы внутренних коммуникаций и инженерного обеспечения, способность перестраиваться и расширяться.

Выявленные особенности многофункциональных объектов установлены эмпирическим путём, что является лишь первым шагом в их изучении, и только анализ природы этого явления может дать ответ на вопрос, - чем вызвано появление таких объектов, каковы их положительные свойства и в каком направлении это явление будет развиваться дальше?

Необходимость такого анализа вызвана тем, что проектирование подобных объектов в настоящее время либо на основе интуиции, либо совсем расплывчато, не вникая и не решая комплекса проблем сложных взаимосвязей, присущих данным сооружениям.

Для приближения к решению поставленных вопросов необходимо в первую очередь уловить связи между элементами, которые сообщают целостность и единство не только отдельным сооружениям, но и городу в целом.

Функциональные связи, проявляющиеся в перемещении людей, грузов, сообщений (быстро меняющиеся и трудноуловимые), также стремятся стать объектом архитектурного проектирования и приобрести чёткий пространственный эквивалент. Практически укрупнение сооружения есть ни что иное, как результат реализации функциональных связей в пространстве.

Наиболее важными являются две группы функциональных связей:

1. Между полярными дополняющими друг друга сферами городской жизни – производством материальных и духовных ценностей и их «потреблением».

2. Внутренние связи, «цементирующие каждую из этих сфер в отдельности, объединяя множество подобных, качественно однородных функций.

Продукт общественного производства переходит сегодня к потребителю при посредничестве целого ряда учреждений, относящихся к промежуточной сфере - «распределения» или

«обмена». Учреждения такого рода являются одновременно и местами потребления, и местами приложения труда, о чём свидетельствует «двухчастная» пространственная организация любого магазина, театра, ресторана и т. п.

Кооперация различных объектов отражает в основном логику потребления, интересы потребителя сводятся к тому, чтобы приобретать всё необходимое в кратчайшие сроки и в одном пункте. Естественно, что таким пунктом становится центр, куда стекаются потоки людей, грузов и сообщений, где пересекаются связи между местами проживания и приложения труда. Привлекательность многообразия и удовлетворения разнообразных потребностей с наименьшей потерей времени, на наш взгляд, не уменьшает, а, напротив, усиливает роль центра как главного места обмена.

Иными мотивами вызвано появление в центре административных учреждений. Обеспечение непосредственного общения людей, а также сила традиций и соображения престижа, играющие не последнюю роль, и приводят к размещению деловых учреждений в центре города. Так на главной планировочной оси центра Чебоксар за последнее время сосредоточилось наибольшая часть банковских учреждений города.

Увеличение числа и размеров деловых учреждений и учреждений сферы распределения, перемещение жилья и промышленных предприятий в периферийные районы даёт основание считать центр, в первую очередь, местом управления и обмена и объясняет причины появления тех или иных учреждений в составе его многофункциональных объектов.

Значительное число «внешних» функциональных связей, т. е. связей с другими элементами и частями города, является признаком «открытости» режима функционирования учреждений центра, что отличает их от однофункциональных образований, которым присуща относительная изоляция и закрытость.

Особо важную роль в обеспечении целостности многофункциональных объектов играет присутствие особых «функций-посредников», функций транспортного и коммунального обеспечения, непосредственно связанных со всеми остальными функциями центра.

Непременной принадлежностью многофункциональных объектов являются пешеходно-транспортные сооружения (коммуникации). Такого рода коммуникации, проникающие в многофункциональное сооружение извне, пронизывают его насквозь, а паркинги, вокзалы и станции тесно объединяются со всеми его учреждениями. Внутренние

и внешние по отношению к объекту связи достигают такой согласованности и непрерывности, что определить пространственные границы многофункциональных объектов бывает достаточно сложно.

Места пересечения коммуникаций нередко становятся главной причиной появления многофункциональных объектов. В местах наибольшей концентрации транспортных средств появляются разветвлённые сети надземных, наземных и подземных пешеходных коммуникаций. Центральные районы крупных столичных центров располагают значительными по величине участками, в пределах которых можно перемещаться, не выходя «на улицу». Так центр Москвы практически имеет непрерывную сеть подземных переходов, тесно связанных с метрополитеном и учреждениями центра. Пешеходные коммуникации становятся «передаточным звеном» от транспорта к отдельным учреждениям, здесь происходит непреднамеренное (стихийное) объединение учреждений и стимулируется появление новых.

Пешеходные потоки, возникающие в узлах пересечения коммуникаций, создают наиболее благоприятные предпосылки для появления различных общественных учреждений, а впоследствии даже их объединения.

Учитывая то обстоятельство, что использование в различных целях одного и того же участка земли обеспечивает экономию пространства, а создание кротчайших связей – экономию времени, можно отметить, что многофункциональные сооружения способствуют сокращению пространственно-временных затрат. Не отдельные, рядом стоящие здания, а единое многофункциональное сооружение даёт возможность меньшей ценой обеспечить более полноценное обслуживание потребителей.

Важной особенностью таких сооружений является универсализация их внутренних пространств. Это позволяет временно увеличить размеры одних учреждений за счёт других, освобождает от необходимости нового строительства за счёт гибкого использования имеющихся площадей. Введение единого планировочного и конструктивного модуля облегчает также реорганизацию, реконструкцию и расширение многофункционального сооружения.

Объединение различных по функции учреждений предполагает слияние подобных по характеру использования помещений, в первую очередь служебного и хозяйственного назначения. Появляются крупные (единые) функциональные зоны (для посетителей, административная производственная, хозяйственная и др.), а также единая структура пешеходных и инженерных коммуникаций, что

приносит значительную экономию средств на строительство и эксплуатацию объекта, не говоря о сокращении площадей земельного участка.

Дальнейшее распространение многофункциональных сооружений, разумеется, требует совершенствования строительной базы, управления строительством, его функционирования, строгих экономических обоснований и высокого качества проектирования, поиска всё более совершенных схем организации пространства.

Рост многофункциональных объектов за счёт слияния с окружением, объединение многофункциональных объектов друг с другом, возможно, приведут к превращению центра всего города в многофункциональное сооружение, воспринимаемое и создаваемое как единое целое. Такие, комплексно решённые участки городской среды, взятой во всём её многообразии и сложности, будут всё активнее формировать образ города и это уже не домыслы, а реальная практика градостроительства крупнейших городов мира.

Рис. 1. Центр Камбернолд (Шотландия)

Рис. 2. Многофункциональный объект на площади Бонавенуто в Монреале

Рис. 3. Дефанс - современный деловой и жилой квартал в ближнем пригороде Парижа. Считается самым большим деловым центром Европы

Рис. 4. Новый Арбат (Москва)

Литература

1. Владимиров В.В., Микулина Е.М., Яргина З.Н. Город и ландшафт. – М. Мысль, 1986.

2. Шукурина А.Н. Архитектура Запада. – М.: Стройиздат, 1991.

3. Яргина З.Н. Эстетика города. – М.: Стройиздат, 1991.

4. Композиция в современной архитектуре. М. Стройиздат, 1973.

(Центральный научно-исслед. Ин-т теории и истории архитектуры)

Ключевые слова*: многофункциональные объекты, пространство, экономия пространства, функциональные зоны, город, градостроительство.*

Key words: multifunctional objects, space, space saving, functional zones, city, town planning.

А.А. Исаев, кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры и дизайна среды Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары.

Е.Г. Шумихина старший преподаватель кафедры архитектуры и дизайна среды Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары.

A.A. Isaev, architecture PhD, Associate Professor, Department of Architecture and Design Environment, Chuvash State University. IN Ulyanova, Cheboksary.

E.G. Shumikhina, Senior Lecturer, Department of Architecture and Design Environment, Chuvash State University. IN Ulyanova, Cheboksary.

Для цитирования:

Исаев А.А. Многофункциональные объекты архитектуры / А.А Исаев, Е.Г. Шумихина // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 46 - 53.

Citation:

Isaev A.A. Multi-functional objects of architecture / A.A. Isaev, E.G. Shumikhina // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 46 - 53.

УДК 697.112

ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ СТЕН КОНТРОЛЛЕРАМИ НА БАЗЕ ARDUINO

П.Н. Муреев, А.Н. Макаров, А.В. Иванов
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Россия, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола.

Аннотация

В статье обсуждается область гражданского строительства и объектом рассмотрения является теплопроводность наружных стен. Ключевая идея заключается в применении датчиков температуры DS18B20 в замен термопар. Применяемые датчики работают на базе платы с микроконтроллерами Arduino UNO. Их использование позволит усовершенствовать существующий лабораторный комплекс. Материал, представленный в статье, может открыть новые перспективы для дальнейших исследований. Этот материал будет интересен тем, кто работает в области архитектуры и проектирования зданий и сооружений.

MEASUREMENTS OF TEMPERATURE OF EXTERNAL CONSTRUCTION OF WALLS BY CONTROLLERS BASED ON ARDUINO

Abstract

The paper under discussion covers the area of civil engineering and deals with the object of thermal conductivity of exterior walls. The key idea is to use temperature sensors DS18B20 to replace thermocouples. The sensors used work on the base of the Arduino UNO microcontroller board. Their use will improve the existing laboratory complex. The material presented can open new prospects for further research. It seems to be interesting to those who work in the field of structural engineering and architecture.

На сегодняшний день вопрос повышения требований энергоэффективности всех видов энергетических ресурсов в России регулируется на законодательном уровне. Говоря об энергоэффективности ограждающих конструкций зданий, которые являются основными конечными потребителями энергии, в первую очередь речь идет об их теплофизических качествах [1,2,7,8].

Для получения наиболее полной и достоверной информации по теплозащитным качествам наружных ограждений требуется

проведение как можно более длительных натурных экспериментальных исследований. Существующие методики и рекомендации разработанные ведущими научено-исследовательскими организациями, определяют период проведения натурных экспериментальных исследований до 15 суток, что не может дать полной картины происходящих процессов внутри ограждения в течении всего осенне-зимне-весеннего периода, который для большей части территории России составляет более 6 месяцев.

На базе института строительства и архитектуры ПГТУ уже несколько лет функционирует лабораторный комплекс, способный проводить непрерывный температурный мониторинг исследуемых стеновых конструкций по всей толщине. Схема работы комплекса представлена на рисунке 2. Исследуются несколько образцов различных стеновых конструкций, по толщине которых вмонтированы термопары хромель-копель (рис.1). Концы термопар подсоединены к устройству контроля температуры УКТ38-Щ4 и через адаптер интерфейса RS-232 формируются в базу данных на жестком диске компьютера. С помощью разработанной программы, данные преобразуются в графики которые можно наблюдать в режиме реального времени как на рабочем ПК, так и через сеть Интернет. Работоспособность комплекса подтверждена патентом на полезную модель. Кроме того, установка позволяет включить ее в учебный процесс в курсе изучения студентами строительной физики [9].

Полученные данные позволили проанализировать работу материалов в различные временные промежутки года, понять физические процессы происходящие в толще ограждения, открыть новый физический эффект «Встречных тепловых потоков» [3,4,5,6]. По результатам проведенных исследований написаны ряд статей, в том числе в журналах из списка ВАК. Лабораторный комплекс был представлен на международных выставках изобретений и инноваций Архимед и Tesla-Fest где удостоен золотых медалей и дипломом. Главным достижением в проведенной работе является получение Государственной премии Республики Марий Эл в области архитектуры и строительства им. Сурикова за 2016-2017 год.

Лабораторный комплекс, с момента создания проработал уже более 5 лет. Он прошел ряд модификаций. Изначально он не был полностью автоматизированным, в состав не входила метеостанция. На сегодняшний день, не останавливаясь на достигнутом, разрабатывается новая модификация с использованием платы с микроконтроллерами Arduino UNO (рис.5) и датчиками температуры DS18B20 (рис. 3).

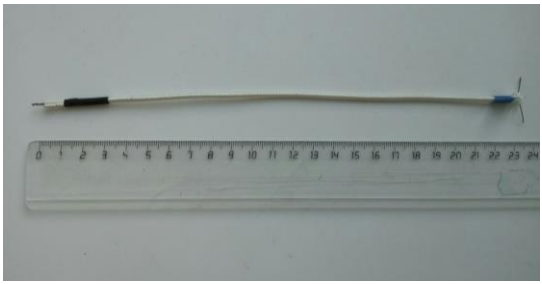


Рис.1 Термопара хромель-копель

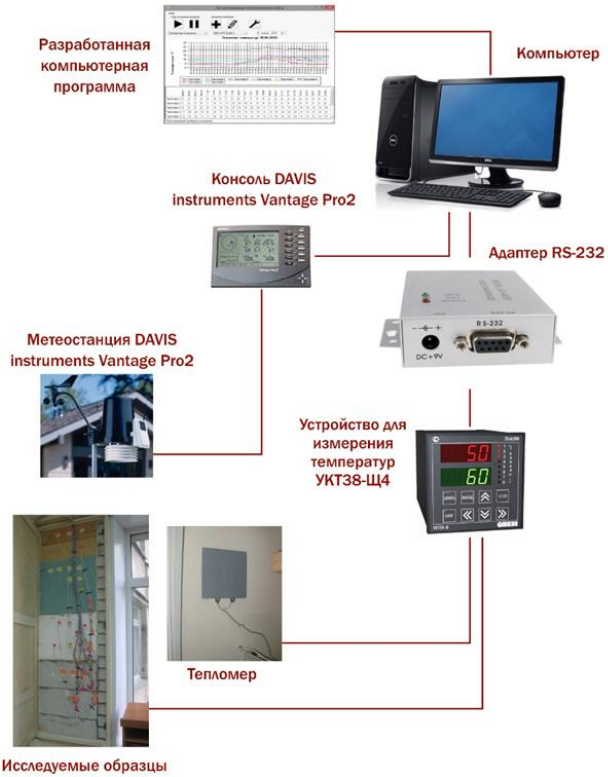


Рис. 2. Развернутая схема автоматизированного лабораторного комплекса

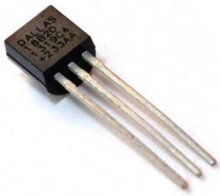


Рис.3 Датчик DS18B20

Датчик DS18B20 - это цифровой измеритель температуры с программируемым разрешением, от 9 до 12–bit, которое может сохраняться в электрически стираемом перепрограммируемое постоянном запоминающем устройстве, одном из видов энергонезависимой памяти. Память такого типа может стираться и заполняться данными до миллиона раз. DS18B20 обменивается данными по двунаправленной шине связи для устройств с низкоскоростной передачей данных и при этом может быть, как единственным устройством на линии, так и работать в группе. Все процессы на шине управляются центральным микропроцессором. Диапазон измерений от –55°C до +125°C и точностью 0.5°C в диапазоне от –10°C до +85°C. DS18B20 может питаться напряжением линии данных, паразитное питание, при отсутствии внешнего источника напряжения. Каждый термометр имеет уникальный 64-битный последовательный код, который позволяет, общаться с множеством датчиков, установленных на одной шине. Такой принцип позволяет использовать один микропроцессор, чтобы контролировать множество распределённых датчиков по толще ограждения. Приложения, которые могут извлечь выгоду из этой особенности, включают системы контроля температуры в зданиях, а также регистрацию данных температурных изменений в толще наружные ограждения здания или строения.

Особенности установки и датчика DS18B20:

- Для интерфейса двунаправленной шины достаточно одного порта связи с контроллером.
- Каждое устройство имеет уникальный серийный код длиной 64 бита.
- Через одну линию связи имеется возможность подключения множества датчиков.
- Внешние компоненты не нужны.
- Входное напряжение питания от 3,0 В до 5,5 В. Напряжение питания получается напрямую от линии связи датчиков.

- Пределы измерения температуры -55 ... +125 °C.
- Погрешность не превышает 0,5 °C в диапазоне -10 ... +85 °C.
- На интервале от -10 до +85 °C, погрешность не превышает 0,5 °C.
- Энергопотребление установки 100 миливольт
- Разрешение преобразования задается 9, 10, 11 или 12 бит. Это соответствует - 0,5 (1/2) °C, 0,25 (1/4) °C, 0,125 (1/8) °C и 0,0625 (1/16) °C
- При разрешении в 12 бит, время измерения менее 750 милисекунд
- Возможность установки параметров тревожного сигнала
- Тревожный сигнал информирует об адресе, датчика который вышел из строя.
- Размеры установки 1.85 см x 4.2 см
- Широкие области применения.

DS18B20 датчик температуры (рис.3), который имеет цифровой интерфейс, а значит его не нужно калибровать и их можно подключить сразу много к одному выводу микроконтроллера, так как каждый DS18B20 имеет свой уникальный адрес, присвоенный ему на заводе.

При питании от внешнего источника на датчик подводятся 3 линии: земля, питание, сигнал данных. Резистор, включённый между проводником, по которому распространяется электрический сигнал, и питанием, необходим и устанавливается вблизи вывода микроконтроллера.

Схема в режиме питания от микроконтроллера позволяет подключить термодатчик всего двумя проводами, что важно при размещении датчика на большом расстоянии от контроллера (рис. 4).

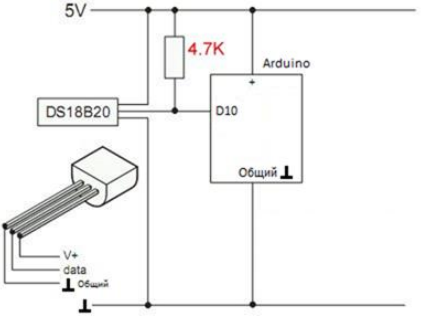


Рис. 4. Схема подключения одного датчика температуры к микроконтроллеру.

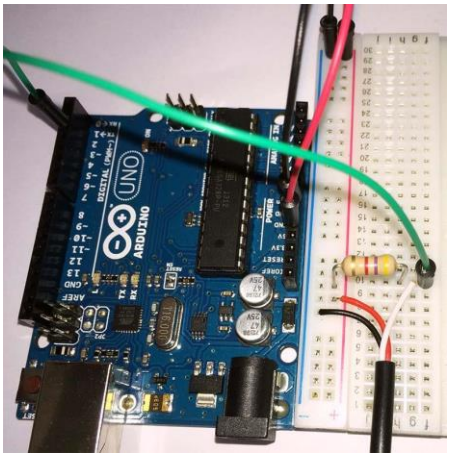


Рис 5. Собранная схема на микроконтроллере Arduino UNO

Применение датчиков температуры DS18B20 на базе микроконтроллера Arduino UNO (рис.5) позволит усовершенствовать лабораторный комплекс, сделает его более высокотехнологичным и современным. Во-первых, появиться возможность увеличить количество датчиков температуры в каждом изучаемом образце ограждающей конструкции. Ранее использовалось до 8 термопар в одном образце. Во-вторых, датчики температуры DS18B20 имеют низкую погрешность измерений, что позволяет производить более точную обработку данных и получать объектиные результаты измерений для анализа происходящих процессов в ограждающих конструкциях в течение года. В-третьих, малые габаритные размеры датчиков и платы Arduino делают установку более компактной. В-четвертых, датчики температуры DS18B20 производятся в заводских условиях, имеют меньше соединяемых элементов, что повышает надежность установки. Данные датчики температуры имеют малую стоимость, что позволяет экономить денежные средства.

Литература

1. Дмитриев А.Н., Монастырев П.В., Сборщиков С.Б.. Энергосбережение в реконструируемых зданиях. Научное издание – М.: Издательство АСВ, 2008. – 208с.

2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967.

3. Патент РФ №2010132407/28, 02.08.2010. Мureев П.Н., Куприянов В.Н., Краева Т.И., Котлов В.Г., Мureев К.П. Способ оценки

теплофизических характеристик ограждающих конструкций зданий и сооружений, выполненных из кирпича в зимний период по результатам испытаний в натурных условиях //Патент России №2454659. Бюл. №18.

4. Патент РФ №2014115067/28, 15.04.2014. Муреев П.Н., Андрианов Ю.С., Котлов В.Г., Павлов П.П., Куприянов В.Н., Герасимов Б.Г., Муреев К.П., Иванов А.В. Измеритель тепловых потоков //Патент России №146848. Бюл. №29.

5. Патент РФ №2014132293/28, 05.08.2014. Муреев П.Н., Куприянов В.Н., Андрианов Ю.С., Котлов В.Г., Макаров А.Н., Сабанцева И.С., Муреев К.П., Иванов А.В. Лабораторный комплекс для определения теплофизических характеристик образцов стеновых ограждений при длительных режимах испытаний год и более в натурных условиях // Патент России №153276. Бюл. №19.

6. Патент РФ №2016110200, 21.03.2016. Муреев П.Н., Макаров А.Н., Иванов А.В., Котлов В.Г., Макаров Р.А. Способ определения внутри наружного ограждения, выполненного из кирпича, зон, характеризующихся квазистационарными условиями теплопередачи при натурных экспериментальных исследованиях в зимний период// Патент России №2618501. Бюл. №13.

7. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. – 5-е изд. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. – 256с.

8. Федосов С.В. Тепломассоперенос в технологических процессах строительной индустрии. – М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2009.

9. Федосов С.В., Муреев П.Н., Котлов В.Г., Макаров А.Н., Иванов А.В. Автоматизация теплофизических исследований различных образцов наружных стен в климатических условиях Республики Марий Эл //Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия «Материалы. Конструкции. Технологии». №4 2017 г. – с.85-93.

Ключевые слова: энергоэффективность, теплопроводность, термопары, датчик температуры, автоматизация исследований.

Keywords: energy efficiency, thermal conductivity, thermocouples, temperature sensor, automation of research.

Муреев Павел Николаевич, к.т.н., доцент каф. ПЗ, ПГТУ,
e-mail: pavel.mureev@yandex.ru

Макаров Александр Николаевич, главный инженер ПГТУ,

e-mail: saha240164@mail.ru
Иванов Андрей Владимирович, ассистент кафедры ПЗ, ПГТУ, e-mail: IvanovAVL@volgatech.net

Mureev Pavel Nicolaevich, c.t.s., associate professor of DB, VSTU, e-mail: pavel.mureev@yandex.ru
Makarov Aleksandr Nikolaevich, chief engineer VSTU, e-mail: saha240164@mail.ru
Ivanov Andrey Vladimirovich, assistant department of DB, VSTU, e-mail: IvanovAVL@volgatech.net

Для цитирования:
Муреев П.Н. Измерения температуры наружной конструкции стен контроллерами на базе Arduino / П.Н. Муреев, А.Н. Макаров, А.В. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 54 - 61.

Citation:
Mureev P.N. Measurements of temperature of external construction of walls by controllers based on arduino/ P.N. Mureev, A.N Makarov, A.V. Ivanov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 54 - 61.

УДК 728.5(076.5)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АПАРТ-ОТЕЛЯ С БИЗНЕС БЛОКОМ В Г. КАЗАНЬ

И.М. Нестерова, М.А. Нестерова
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

В данной статье рассматривается специфика организации гостиничных комплексов и учреждений. Актуальность темы обусловлена необходимостью создания объекта, совмещающего проживание и деловую активность, так как при наличии офисно-деловых объектов, гостиниц и других общественных центров в городе нет объектов, совмещающих эти функции в пределах одного здания. Целью работы является разработка архитектурно-планировочных решений гостиничного комплекса в рамках написания магистерской диссертации.

DESIGNING OF APART – HOTEL WITH THE BUISENESS BLOCK IN REPUBLIC OF TATARSTAN

Abstract

This article discusses the specifics of the organization of hotel complexes and institutions. The relevance of the topic is due to the need to create an object combining residence and business activity, since if there are office and business facilities, hotels and other public centers in the city, there are no facilities combining these functions within the same building. The aim of the work is to develop architectural and planning solutions of the hotel complex in the framework of writing a master's thesis.

В современных крупных городах назрела необходимость в создании бизнес центров, совмещенных с апартаментами для проживания. Объединяя такие функции, как жилая, общественно-административная и развлекательная, мы получаем комфортную среду для современного молодого человека.

В основе апарт-отелей лежит сочетание форматов. На базе классической гостиницы с расширенным пулом услуг и профессиональной управленческой командой, девелопер выделяет блок номеров для продажи. Покупателями являются частные инвесторы (реже – конечные пользователи), которые получают

ликвидный актив, услугу по управлению от профессионального оператора и возможность проживания в оговоренные договором сроки.

Апарт-отель – самый сложный объект гражданского проектирования по многим параметрам:

- Сочетание жилой и коммерческой недвижимости,
- Высокая насыщенность досуговой инфраструктурой,
- Инженерные и технологические особенности проектирования каждой из зон, требующие оптимизации при совместном функционировании,
- Повышенные требования к составу команды архитекторов: проектировщик, технолог, дизайнер, маркетолог.
- Концептуальный подход к проектированию.

Сложность проектирования апарт-отеля лежит в логистической плоскости. На одной территории расположены несколько функциональных зон, в данном случае – номерной фонд гостиницы, жилой фонд апартаментов с ориентацией на долгосрочное проживание и инфраструктурные зоны: ресторан, зона отдыха, лобби и пр. Разделение в пространстве потока жителей, гостей и персонала – основа будущего успеха функционирования апарт-отеля. С одной стороны, требования к логистике повышены из-за обилия обслуживающего персонала, который обеспечивает бесперебойное жизнеобеспечение отеля 24 часа в сутки 7 дней в неделю. Но более важной задачей является комфорт долгосрочного проживания.

В апарт-отеле помимо тех же сложных технологических процессов важен и комфорт при длительном проживании, который обеспечивает и планировка номера с кухонной зоной, приближенная к городской квартире, и разнообразие зон отдыха, отвечающих множеству требований.

Отечественный опыт проектирования апарт-отелей

г. Санкт-Петербург **Апарт-отель: Docklands**

Рис.1.

Апарт-отель LOTOS TOWER Месторасположение: Приморский район, участок 1, участок 2, юго-восточнее пересечения с Яхтенной улицей.

Рис.2.

Литература

1. Бизнес-отель: методические указания к выполнению курсового проекта для обучающихся по направлению подготовки 270100.62 «Бакалавр архитектуры» / сост. Н. В. Савкова. –Хабаровск : Изд-во. Тихоокеан. гос. ун-та, 2014. -59с.

2. Максимов, С.Н. Девелопмент (развитие недвижимости) – организация, управление ,финансирование / С.Н. Максимов.–СПб.: Питер, 2008. –256 с.

Ключевые слова: Апарт-отель, бизнес блок, апартаменты, гостиничный комплекс.

Keywords: Aparthotel, business unit, Apartments, hotel complex.

Нестерова Инна Михайловна, доцент кафедры ПЗ, ПГТУ.
Нестерова М.А., ст. гр. СТРм-14, ПГТУ.

Nesterova Inna Mikhailovna, assistant professor of DB, VSTU.
Nesterova M.A., student gr. STRm-14, VSTU.

Для цитирования:
Нестерова И.М., Проектирование апарт-отеля с бизнес блоком в г. Казань / И.М. Нестерова, М.А. Нестерова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 62 - 65.

Citation:

Nesterova I.M. Designing of apart – hotel with the buiseness block in Republic of Tatarstan / Nesterova I.M., Nesterova M.A. // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 62 - 65.

УДК 721.001

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТУРИСТИЧЕСКОГО ЭТНОГРАФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В РМЭ

И.М. Нестерова, А.В. Сырги
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

В данной статье рассматривается специфика организации среды туристических комплексов и учреждений, связанных с традиционной народной культурой. Целью работы является разработка архитектурно-планировочных решений этнотуристического комплекса в рамках написания магистерской диссертации.

DESIGNING OF TOURIST ETHNOGRAPHIC COMPLEX IN THE REPUBLIC OF MARI EL

Abstract

This article discusses the specifics of the organization of the environment of existing tourist complexes and institutions associated with traditional folk culture. The aim of the work is to develop architectural and planning solutions of the ethno-tourist complex in the framework of writing a master's thesis.

Республика Марий Эл - обладает богатой историей, уникальной архитектурой, а также глубокими традициями народной культуры. В настоящее время появилась потребность в сохранении, консервации и изучения памятников народной архитектуры и быта с целью глубокого понимания образа жизни предшествующих поколений.

Этнокультурный центр – объект архитектуры, который отражает самобытность местных культурных традиций, выступая оплотом местной идентичности. Для сохранения и дальнейшего ее развития необходимо создание этнодеревни, отражающей фольклорно-этнографическую семантику РМЭ в архитектурном решении, а так же привлекательную для горожан и гостей города.

Этнотуристический комплекс будет выполнять следующие функции: просветительскую, воспитательную, образовательную, рекреационно-туристическую.

Архитектурно-планировочные и пространственно-организационные решения должны опираться на этнические традиции; включать основные хозяйственные и промысловые особенности этноса

и предусматривать места для проведения общих массовых традиционных народных праздников, организацию этнокультурного туризма.

Рис.1. Схема функций этнографической деревни

Этнические традиции разных стран начинаются с представления национальности, поэтому необходимо размещение небольшого музея истории, культуры и быта, где были бы собраны коллекции национальных музыкальных инструментов, костюмов, национальных подделок и сувениров. Предполагается размещение национальной кухни и библиотеки, где можно было бы познакомиться с письменностью народа мари.

На территории этнодеревни должны быть предусмотрены места общего пользования, где можно было бы проводить различные мероприятия, в том числе выступления фольклорных ансамблей, традиционные празднества и гулянья.

Проектом предусмотрена разработка главных объектов этнокультурного центра: комплекса ремесленных мастерских и культурно-зрелищного центра.

Комплекс ремесленных мастерских предполагает размещение аудиторий на 15 человек для занятий кружевоплетением, ткачеством, пошивом и реставрации традиционной одежды, традиционной росписью, резьбы по дереву, берестоплетением и керамикой с возможностью изменять пространство помещений с помощью трансформируемых перегородок. Культурно-зрелищный центр располагает зрительный зал на 50 человек, в которых возможно также проведение мастер-классов, лекций, выставок, вечеров и других праздничных мероприятий.

Таким образом, проект этнографической туристической деревни должен сочетать бережное отношение и сохранение истории и традиций своего народа, и в то же время необходимо его развивать и популяризировать.

Литература

1. Байрамова Д.М. архитектурное формирование культурно-туристических комплексов в исторической среде туркменистана: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. арх. (05.23.21) / Байрамова Дженнет Мухамедмурадовна; Московский архитектурный институт (государственная академия) – Москва, 2017. – 30с.

2. Бутузов А. Г. Состояние и перспективы развитияэтнокультурного туризма в Российской Федерации / А. Г. Бутузов // Сервис в России и за рубежом. - 2009. -№ 4. - 194 с.

3. Мубаракшина Ф.Д. О предпосылках формирования типологии мини-гостиниц для этнографического туризма / Ф.Д. Мубаракшина, А.В. Степанчук // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2009. Т. 11. № 1. с. 30-35.

4. Семягина, Е. А. Археолого-этнографические парки // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Тезисы докладов международной научнопрактической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. – М. : МАРХИ, 2014. – 693 с

Ключевые слова: этнографическая деревня, этнические традиции, архитектурные сооружения, этнос, этнокультурный туризм, историческое наследие, культурная традиция, этнотуристический комплекс/

Keywords: ethnographic village, ethnic traditions, architectural structures, ethnos, ethno-cultural tourism, historical heritage, cultural tradition, ethno-tourist complex.

Нестерова Инна Михайловна, доцент кафедры ПЗ, ПГТУ.
Сырги Алина Валерьевна, ст. гр. СТРм-24, ПГТУ.
E-mail: alina.syrgi@yandex.ru

Nesterova Inna Mikhailovna, assistant professor of DB, VSTU.
Syrgi Alina Valerievna, student gr. STRm-24, VSTU.
E-mail: alina.syrgi@yandex.ru

Для цитирования:

Нестерова И.М. Проектирование туристического этнографического комплекса в РМЭ / И.М. Нестерова, А.В. Сырги // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 66 - 69.

Citation:

Nesterova I.M. Designing of tourist ethnographic complex in the Republic of Mari El / I.M. Nesterova, A.V. Syrgi // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 66 - 69.

УДК 721.183-056.266 (083.74)

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕЧЕБНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ НА ПРИМЕРЕ Г.КАЗАНЬ

И.М. Нестерова, В.Г. Аравицкая
ФГБОУ ВО «Поволжский Государственный Технологический Университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

В статье рассматриваются следующие пункты: актуальность проблемы совершенствования объемно-пространственного решения центров реабилитации для комфортного пользования инвалидами; вопросы влияния архитектоники здания и его ландшафтного окружения на беспрепятственное попадание инвалида в любую часть здания и легкую доступность к любым видам деятельности; примеры зарубежного опыта проектирования пространств, предназначенных для МГН. Целью работы является разработка архитектурно-планировочных решений центра реабилитации детей-инвалидов в рамках написания магистерской работы.

BASIC ASPECTS OF THE DESIGN OF MEDICAL AND REHABILITATION CENTERS ON THE EXAMPLE OF THE CITY KAZAN

Abstract

The article covers the following points: the urgency of the problem of improving the spatial solution of rehabilitation centers for the comfortable use of people with disabilities; questions of the influence of the architectonics of the building and its landscape environment on the unimpeded access of the disabled person to any part of the building and easy accessibility to any kinds of activity; examples of foreign experience in the design of spaces designed for PCP. The aim of the work is to develop architectural and planning solutions for the rehabilitation center for children with disabilities in the framework of writing the master's work.

По данным ООН, в мире насчитывается примерно 450 миллионов человек с нарушениями психического и физического развития. Это составляет 1/10 часть жителей нашей планеты. В Татарстане данное число составляет 87057 человек, из них детей-4188. в Марий Эл проживает 65171 инвалид, среди которых 2616 детей. Статистика показывает, что с каждым годом число инвалидов увеличивается на

10%, поэтому создается необходимость проектирования дополнительных лечебных и реабилитационных учреждений.

Главная задача любого лечебного пространства – способствовать эффективной реабилитации пациентов. Очевидно также, что такая эффективность не возможна без грамотного планировочного и объемно-пространственного решения. Объемно-планировочная концепция, объединяющая функции гостиницы, лечебного центра и спортивного комплекса в рамках одного объема позволит детям чувствовать себя уверенно и беспрепятственно проходить все необходимые этапы реабилитации. Реабилитационные центры как в России, так и за ее пределами проектируются малоэтажными. Такие учреждения строятся исходя из необходимости предотвращения развития болезней, ограниченной мобильности, бедности контактов и недоступности досуговых зон и общения с природой. Детям с ограниченными возможностями должны быть доступны данные сферы и центры реабилитации как нельзя лучше способствуют этому. В структуру центра реабилитации включены общественные пространства, игровые зоны, спортивный комплекс, зона приема пищи, медицинский центр и жилая часть. Так же предложены архитектурно-планировочные решения, предоставляющие возможность инвалиду комфортно чувствовать себя в центре реабилитации, беспрепятственно попадать в любое помещение здания. Рекреационная зона и панорамное остекление благотворно действуют на ребенка. Внутренние дворы и эксплуатируемая кровля создают благоприятную обстановку для нахождения пациентов. Так же в проекте присутствуют просторные холлы, широкие коридоры и переходы с витражным остеклением, что позволяет ребенку чувствовать себя более свободно и расслабленно.

Проект разработан так, чтобы дети могли чувствовать себя уверенно и беспрепятственно проходить все необходимые этапы реабилитации за счет удобных пандусов, лифтов для перевозки МГН, широких коридоров и просторных помещений со всем необходимым оборудованием. Комплекс реабилитации заинтересует удобной и безопасной средой, многообразием пространств для отдыха и общения. Посетители центра смогут легко адаптироваться к любым видам деятельности, пройдут все необходимые физкультурно-оздоровительные мероприятия.

Казань является разрастающимся городом, и соответственно число детей-инвалидов с каждым годов увеличивается, а центра, позволяющего разместить пациентов и предоставить им необходимое лечение нет, поэтому необходим реабилитационный центр, который

сможет размещать детей с разными диагнозами и различных возрастов. Появление такового позволит людям делать выбор в пользу качественного лечения, удобного расположения и комфортного пребывания во время прохождения реабилитации.

Мировой опыт проектирования

Новый госпиталь Северной Зеландии. Архитекторы Herzog & de Meuron.

Рис.1.

Рис.2.

Большая рекреационная зона и панорамное остекление очень комфортно и приятно действуют на человека. А применение природных строительных материалов делает это здание экологически чистым, и оно удачно вписывается в окружающую среду.

Архитектор C.F. Møller Wins Vendsyssel Hospital Competition.

Рис.3.

Рис.4.

Внутренние дворы и эксплуатируемая кровля-прекрасное и удобное решение для рекреационной зоны, куда можно пойти прогуляться, не покидая больницу. Этот проект является вдохновением для дипломного проекта медицинского центра.

Литература

1. Г.М. Иващенко, Е.Н. Ким «Об опыте работы по социальной реабилитации детей с ограниченными возможностями в Московском клубе «Контакт-1». Президентская программа «Дети России»

2. Захарова, Т.Ю. Организация помощи детям раннего возраста с проблемами развития.– 2007. – №4. – С. 23 – 25.

3. Логинова, Н.В. Предоставление реабилитационной помощи людям с ограниченными возможностями здоровья в центре реабилитации инвалидов.- 2014- №7.-С.33-37

4. Любомудрова К.И., Кряжевских М.А., Тихомирова И.Б. «Рекомендации по проектированию социально-реабилитационных центров для несовершеннолетних» 2004г.

Ключевые слова: реабилитационный центр, центр для детей-инвалидов, лечебное пространство, мало-мобильные группы населения.

Keywords: rehabilitation center, center for disabled children, treatment space, physically challenged people.

Нестерова И.М., Доцент кафедры проектирования зданий ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Россия, г.Йошкар-Ола

Аравицкая В.Г., студентка группы СТР-м 14 ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Россия, г.Йошкар-Ола

Nesterova I.M.,associate Professor of the Department of Building Design FSBEI HE «Volga State University of Technology», Russia, Yoshkar-Ola

Aravitskaya V.G., student group STR-m 14 FSBEI HE «Volga State University of Technology», Russia, Yoshkar-Ola

Для цитирования:

Нестерова И.М. Основные аспекты проектирования лечебно-восстановительных центров на примере г. Казань / И.М. Нестерова, В.Г. Аравицкая // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 70 - 73.

Citation:

Nesterova I.M. Basic aspects of the design of medical and rehabilitation centers on the example of the city Kazan / I.M. Nesterova, V.G. Aravitskaya // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 70 - 73.

УДК 721.001

АНАЛИЗ И РАСЧЕТ ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА

И.М. Нестерова, Г.С. Исаев
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

В современном мире в полный рост встала проблема нехватки парковочных мест. Темп производства автомобилей растет с каждым годом, а желание и возможность приобрести свой транспорт появляется у большего количества людей.

ANALYSIS AND CALCULATION OF PARKING SPACES

Abstract

In the modern world in full growth there was a problem of shortage of Parking spaces. The rate of production of cars is growing every year, and the desire and opportunity to purchase their vehicles appears in an increasing number of people.

Согласно данным аналитического агентства «АВТОСТАТ», по состоянию на 1 января 2018 года парк автомобильной техники на территории Российской Федерации составил 50,6 млн единиц. А число жителей на 1 января 2018 года по оценке «Росстата» в России было 146,8 млн. Отсюда следует, что каждый 3-ий житель России имеет собственный автомобиль.

В городе Йошкар-Ола, как и в любом другом, нехватка парковочных мест является важнейшей проблемой. Как в спальных районах, так и центральной части города, ярко выражен дефицит пространства для парковки автомобилей.

Рассмотрим механизм расчета необходимого количества машино-мест: согласно СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» обеспеченность транспортом составляет 350 машин на 1000 человек. Такое количество применимо для мегаполисов, а для РМЭ - 229 машин на 1000 человек.

Фактически предусмотренные места для машин будут составлять 25 процентов от установленного на данное количество жильцов количества машин.

При этом местными нормативами градостроительного проектирования может устанавливаться допустимое на квартиру количество машино-мест по ее площади. К примеру, для квартиры

площадью до 30 кв. м полагается одно место, свыше 100 - два, а от 30 до 100 - 1,5. Не менее 10 процентов от предусмотренного количества мест должны отводиться автомобилистам с инвалидностью.

Проанализируем микрорайон Мирный.

Общее количество квартир в микрорайоне составит 4213 квартиры. Предполагается, что в этом микрорайоне проживает 10954 чел.

Требуемое количество машино-мест в местах организованного хранения автотранспортных средств определяем из расчёта на 1000 жителей - 229 машино-мест (данные взяты из статистических показателей по РМЭ).

10954 х 229:1000 = 2508 машино-мест.

2508 х 0,25 = 627 машино-мест - фактически предусмотренные места.

Получается, что обеспеченность парковочными местами имеет очень низкий уровень.

Решением может быть: строительство паркинга на крыше дома, строительство подземной парковки, многоуровневого паркинга, а также использование механизированных парковочных систем.

Преимуществом использования механизированных парковочных систем состоит в увеличении количества парковочных мест при сохранении площадей, выделенных под парковку, обеспечении организованного хранения и сохранности автомобилей.

Недостаток парковочных мест - это не единичные случаи, а общая тенденция, характерная как для мегаполисов, так и для небольших городов России.

Литература

1. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с Поправкой) // Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200084712 (дата обращения 05.10.2018).

2. Строительство механизированных многоярусных парковок // Агентство по инновациям и развитию. Конкурс на лучшую инновационную идею. Архив идей. URL: http://www.innoros.ru/innovation-idea4/ideas/stroitelstvo–mekhanizirovannykh - mnogoyarusnykh-parkovok (дата обращения 03.10.16).

3. Криницкий Е. Транспортная система России: пути к эффективности // Автомобильный транспорт (дата обращения 04.10.2018).
4. Соколянский В.В., Глушкин А.Н. Проблемы паркинга // Актуальные проблемы современной науки (дата обращения 06.10.2018).

Ключевые слова: парковки, автостоянки, автоматизированные парковочные системы, машино-место, анализ.

Key words: parking lots, automated parking systems, parking place, analysis.

Нестерова Инна Михайловна, доцент кафедры ПЗ, ПГТУ.
Исаев Георгий Сергеевич, ст. гр. СТРм-24, ПГТУ.
E-mail: dgisaev@yandex.ru

Nesterova Inna Mikhailovna, assistant professor of DB, VSTU.
Isaev Georgiy Sergeevich, student gr. STRm-24, VSTU.
E-mail: dgisaev@yandex.ru

Для цитирования:
Нестерова И.М., Анализ и расчет парковочного пространства/ И.М. Нестерова, Г.С. Исаев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 74 - 76.

Citation:
Nesterova I.M. Analysis and calculation of parking spaces / I.M. Nesterova, G.S. Isaev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 74 - 76.

УДК 725.381

АНАЛИЗ АВТОСТОЯНОК ЖИЛЫХ ДВОРОВ Г. ЙОШКАР-ОЛА

Е.В. Нечаева, В.Е. Бородов
ФГБОУ ВО Поволжский государственный технологический университет (ПГТУ), г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

Статья раскрывает проблему жилых дворов новых микрорайонов г. Йошкар-Ола. Проведен анализ крытых парковок. Выявлены достоинства и недостатки сформированных групп. Выявлены принципы проектирования крытых стоянок на территории дворов многоэтажных жилых домов.

ANALYSIS OF PARKING RESIDENTIAL COURTYARD OF YOSHKAR-OLA

Abstract

The article reveals the problem of residential yards new neighborhoods of Yoshkar-Ola. The analysis of covered parking. Identified the advantages and disadvantages of the formed groups. The principles of the design of covered parking in the courtyards of residential buildings.

В конце декабря 2013 года утверждена муниципальная программа "Обеспечение жильем и услугами жилищно-коммунального хозяйства населения городского округа "Город Йошкар-Ола», целью которой является реализация единой политики в области обеспечения жильем и услугами жилищно-коммунального хозяйства населения города. Одной из приоритетных задач является наращивание объемов строительства жилья и обеспечение доступным и комфортным жильем населения [1].

В связи с реализацией программы расширяются границы города, идет масштабное развитие новых микрорайонов - Мирный, Молодежный, Фестивальный, Спортивный, Интеграл и др. Жилые многоквартирные дома в этих районах в основном проектируются в 7-12 этажей. С такой плотностью увеличиваются и парковочным места во дворах. И здесь мы сталкиваемся с двумя проблемами, противоречащим друг другу. Во-первых, нормируемые площади стоянок не в достаточной мере обеспечивают потребности уже сегодня, рост автомобилизации неудержим, и места для автомобилей будет необходимо еще больше. Во-вторых, увеличение площади автостоянок влияет на комфортность жилого двора дома – огромные

площади асфальтированного покрытия, безопасность жильцов ввиду увеличенного потока транспорта, повышение содержания вредных веществ в воздухе, уменьшение озелененных участков. Использование открытой стоянки в дальнейшем не сможет удовлетворять требованиям качественной городской жилой среды. Одним из решений данной ситуации является уплотнение размещения автомобилей с использованием подземной части дворового пространства, другой - вынесение стоянок за пределы двора. Уплотнение добивается устройством многоуровневых механизированных стоянок. Такой вид организации парковки существенно экономит место и позволяет хранить большое число автомобилей на малой пощади. В Йошкар-Оле такие парковки отсутствуют, в связи с высокими затратами на строительство и дальнейшей эксплуатацией. Так же, приходится затрачивать длительное время для того, чтобы добраться от места проживания до стоянки автомобиля. Это соизмеримо со временем, затрачиваемым для передвижения по городу на транспорте (около 20-40 мин.), поэтому многоуровневые отдельно стоящие автостоянки в масштабах Йошкар-Олы не рациональны. Подземные встроенные и встроенно-пристроенные стоянки широко используются для увеличения машиномест, и освобождения пространства пешеходной зоны.

В рамках исследования были рассмотрены подземные автостоянки г. Йошкар-Ола. Всего 14 объектов и сформированы в 4 группы по типологическим признакам (см. табл.1): встроенная подземная парковка (7); парковка пристроенная (2); гараж, размещенный на месте 1-го этажа дома (2); подземные (полуподземные) гаражи во дворе (3).

Таблица 1

№	Группа	Кол-во	Достоинства	Недостатки
1.	Встроенная подземная парковка	7	- безопасность автомобилей граждан, проживающих в доме; - постоянная температура; - комфортное размещение автомобиля, -отсутствие необходимости прогрева автомобиля и его чистки от снега зимой; - эстетический внешний вид дворового участка;	-дорогой ценник при приобретении машиноместа

			- увеличение площади отдыха и детской площадки.	
2.	Пристроенные к дому автостоянки	2	-всё из первой группы; -движение автомобилей стало более безопасно для пешеходов; -на крыше паркинга организовано место отдыха для всех категорий жильцов дома.	-отсутствие озеленения; -доступ выхлопов автомобиля на площадку отдыха.
3.	Гаражи, размещенные на 1-ом этаже многоквартирного дома	2	- 1-й и 2-й групп автостоянок. - низкая стоимость по сравнению с автостоянкой остальных групп, т.к. при строительстве такого типа паркинга затраты на инженерную защиту подземных конструкций отсутствуют.	-существует опасность наезда на пешехода.
4.	Подземные автостоянки во дворе дома	3	-практически полностью освобождает двор от автомобилей; - на покрытии сооружения организованы площадки для отдыха всех групп населения.	-занимает большую часть дворовой площади.

Из проведенного исследования следует, что для организации комфортной среды жилого двора, при проектировании автостоянок следует учитывать следующие положения:

– проектировать жилой квартал с организованной единой системой внутреннего двора;

– максимально ограничивать пересечение автомобильных и пешеходных путей;

– покрытия подземных автомобильных стоянок благоустраивать и использовать естественное озеленение (газон, мелкие кустарники).

Литература

1. Об утверждении муниципальной программы "Обеспечение жильем и услугами жилищно-коммунального хозяйства населения городского округа "Город Йошкар-Ола" (с изменениями на 18 мая

2016 года). Администрация городского округа "город Йошкар-ола". постановление от 16 декабря 2013 года N 3161. [Электронный ресурс] Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Консорциум-Кодекс. URL: http://docs.cntd.ru/document/440566413/(Дата обращения 9.10.2018).

2. Мониторинга жилищного строительства в г. Йошкар-Оле и пос. Медведево Республики Марий Эл. [Электронный ресурс]: Проект 12 - Гид по новостройкам Йошкар-Олы. URL:http://project-12.ru/index.php/stroitelstvo/arkhiv/item/406 (Дата обращения 25.07.2018)

3. Общественный проект «Дом.МинЖКХ.РУ». [Электронный ресурс] Сайт общественного инициативного проекта по раскрытию информации о состоянии жилого фонда в Российской Федерации. URL: http://dom.mingkh.ru/mariy-el/yoshkar-ola/799030 (Дата обращения 25.07.2018)

Ключевые слова: автостоянки, , подземные парковки, жилой двор.
Keywords: parking, underground parking, residential courtyard.

Бородов Владимир Евгеньевич, доцент кафедры «Проектирование зданий», Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола.

Нечаева Евгения Викторовна, магистр второго года обучения, Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола.

Borodov Vladimir Evgenevich, Associate Professor of DB, VSTU.
Nechaeva Evgeniya Viktorovna, second year undergraduate, VSTU.

Для цитирования:
Бородов В.Е. Анализ автостоянок жилых дворов г. Йошкар-Ола / В.Е. Бородов, Е.В. Нечаева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 77 - 80.

Citation:
Borodov V.E. Analysis of parking residential courtyard of Yoshkar-Ola/ V.E. Borodov, E.V. Nechaeva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 77 - 80.

УДК 711.3(470.344)

АГРОГОРОД И ВЕРТИКАЛЬНАЯ ФЕРМА, КАК АКТУАЛЬНЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

А.А Протасевич, Л.А. Сакмарова
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация:
В статье рассматривается идея создания агрогорода и применение вертикальных ферм в рамках системы сельского хозяйства России. Предложен проект агрогорода с вертикальной фермой в с. Атлашево, Чебоксарского района, ЧР

AGRO-CITY AND VERTICAL FARM, AS AN ACTUAL WAY OF DEVELOPMENT OF ARCHITECTURE OF AGRICULTURAL OBJECTS

Abstract:
The article discusses the idea of creating an agro-city and the use of vertical farms within the framework of the Russian agricultural system. The proposed project agrotown with a vertical farm in with. Atlashevo, Cheboksary district, CR

В настоящее время, особое внимание в России обращено на увеличение собственного производства сельскохозяйственной продукции (импортозамещение). Это вызвано рядом макроэкономических и геополитических изменений последних лет, таких как вступление РФ в ВТО в 2012 году, введение экономических санкций против России с 2014 г и постоянное обострение международной политической обстановки.

Вопрос обеспечения продовольственной безопасности становится необычайно значимым для экономики нашей страны. Существуют разнообразные варианты решения проблемы, например, проектирование агрохолдингов, сельскохозяйственных кластеров или экотехнопарков.

Для рассмотрения в данной статье авторами, выбрана тема проектирования агрогородов. Этот путь развития особенно близок нашей сельскохозяйственной реальности тем, что основан на опыте предшествующих периодов развития отечественного сельского хозяйства.

Агрогород – это организованная система проживания, жизнедеятельности и социально-производительной деятельности людей, определяемой функцией производства сельскохозяйственной продукцией и продуктов питания, которая по своим структурным характеристикам аналогична городской среде. [2]

Отличительной особенностью Агрогорода является объединение в одном месте зон для реализации основных функций сельского хозяйства (обеспечение продовольствием и получение сырья для ряда отраслей промышленности) и развитого жилого массива с активной социально-культурной и общественно-деловой составляющей.

Выделяют базовые принципы формирования агрогорода:

1. «Тотальная индустриализация» агро-производства. Поселение, рассматривается как единый промышленный комплекс.

2. Создание экологически и социально качественной среды для жизни, в которой «стираются различия между городом и деревней».

3. Получение максимально экологически чистого продукта агро-производственной деятельности.

4. Гармоничное взаимодействие производителя с окружающей средой. Выстроенное на основе высоких технологий и исключающее негативное воздействие производства на окружающую среду.

Реализовать эти принципы на практике, позволяет применение достижений новейшей архитектуры в проектировании зданий новой типологии. Например, вертикальных ферм.

Вертикальная ферма – это комплекс с искусственным освещением, отоплением и кондиционированием, замкнутым водооборотом и стерильным воздухом. Растения в них размещаются на многочисленных ярусах, в результате чего площадь под сельскохозяйственными культурами оказывается в десятки раз больше площади здания.

Основные преимущества вертикальной агрофермы:

- Многоэтажные фермы, расположенные на площади 1,32 га, соответствуют 240 га полевых сельскохозяйственных угодий. Таких посевов достаточно, чтобы обеспечить растительной продукцией десятки тысяч человек. Несколько сотен вертикальных сооружений способны прокормить многомиллионный город.

- Второе важное достоинство таких ферм – возможность их размещения в городской черте. При этом отсутствует необходимость в транспортировке продукции за многие километры и ее хранения на промежуточных складах. Культуры могут поступать в продажу непосредственно с места их выращивания. Возможность

энергетического самообеспечения и модульность конструкции, дают широкие возможности дальнейшего развития этому типу зданий.

К самым известным концепциям агроферм, относятся работы бельгийского архитектора Венсана Кальбо (Vincent Callebaut). Farmscrapers, «фермоскребы» футуристических многофункциональных комплексов для мегополисов Китая и Тайваня.

Вертикальная ферма «Plantagon», концепт которой был представлен шведско-американской компанией «Plantagon» Вертикальная ферма Circular Symbiosis Tower, концепт южнокорейских архитекторов и другие проекты.

Рис.1 Тайвань, Тайбэй 2013. Asian Cairns

Рис.2 Китай, Шэньчжэнь, 2013. Agora Tower

На основании вышеизложенных принципов и изученных материалов нами была предложена концепция агрогорода с современным, типологически новым видом зданий «вертикальная ферма».

Исследуемый участок находится на территории Атлашевского сельского поселения, которое расположено в юго-восточной части Чебоксарского района и имеет преимущественно линейную планировочную структуру с двумя ответвлениями в ее северной части. Основные направления образуют дороги, ведущие к Чебоксарам и Новочебоксарску. Поселковая дорога, соединяющая две группы деревень, пересекается с дорогой республиканского значения тем самым обеспечивая мобильную связь с городами и поселениями республики. Через северную часть поселения также проходит железная дорога, соединяющая Новочебоксарск и Чебоксары.

Одним из направлений градостроительного развития Атлашевского сельского поселения является совершенствование социально-территориальной организации поселения, которая включает в себя насыщение местами приложения труда в разных сферах деятельности: сельскохозяйственной, предприятий обслуживания,

стимулирование развития малого и среднего бизнеса в сфере производства и услуг, развитие условий для семейного отдыха, оздоровления, молодежного досуга. Учитывая специфику развития экономики поселения, в основном за счет сельскохозяйственной отрасли все вышеперечисленные задачи требуют комплексного решения.

Данное проектное предложение - попытка решить поставленную задачу. На проектируемом участке предлагает разместить агрогород скомпонованный из пяти зон.

Рис.3 Проектное предложение. студенты Соколова О.А, Серапионова А.А, руководитель Протасевич А.А.

Главные заезды на территорию аргорода предусмотрены со стороны трассы М7 и трассы Р-174. В центре города расположено озеро. Центральный въезд формирует центр, обрамленной комплексом общественных зданий. По замыслу от центра в глубь города отходит широкий пешеходный бульвар, в первых этажах жилых домов которого находятся торговые помещения, кафе, помещения соцкультбыта.

Основной композицией Агрогорода является пешеходный бульвар, связывающий между собой зону малоэтажной застройки с участками с зоной под развитие перспективных производств с образовательным кластером и офисами. Важнейшую роль и функцию города исполняют тепличные поля, животноводческая ферма, хмельные поля и открытые смешанные поля. В них группируются основные места приложения трудовой деятельности населения. Селитебная зона состоит из частных домов, 3-х, 4-х, 5-и , 6-и, 7-и и 9-и этажных жилых зданий. При проектировании Агрогорода была учтена роза ветров г. Чебоксары, для правильного размещения фермерских зон.

Рис.4 Вертикальная ферма в составе агрогорода. Студентка Соколова О.А, руководитель Протасевич А.А.

Доминантой застройки центра агрогорода является агроферма. Функциональное зонирование агрофермы удовлетворяет современным требованиям градостроительного проектирования и опирается на

конкретные условия развития центра агрогорода, особенности его природной среды, состояния и характера проектируемой застройки.

В заключении отметим, что Агрогород приобретает новое качество совхозного хозяйства, может быть интересен для реализации в Чувашии как «Фермерский проект» и соответствовать менталитету российского производителя, а также особенностям географического положения региона. При этом в нем получат новый импульс развития все из существующих ныне форм сельскохозяйственного производства.

Литература:

1. Степанов В.В, Байкин Ю.Л. «Агрогород, как один из путей развития сельскохозяйственного производства России» Журнал «Аграрный вестник Урала» Номер: 6 (136) Год: 2015 Страницы: 87-89.

2. Кудрявцева С. П., Пищук К. Е. Проектирование центров вертикального земледелия в городской среде // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2016. No 1–2 (15–16). С. 20–27.

Ключевые слова: агрогород, вертикальная ферма, архитектура сельскохозяйственных зданий, проект агрогорода в с. Атлашево, Чебоксарского района,ЧР, проект вертикальной фермы.

Key words: agro-city, vertical farm, architecture of agricultural buildings, agro-town project in Atlashevo, Cheboksary district, the Chuvash Republic, the project of a vertical farm.

Протасевич Алёна Александровна, старший преподаватель строительного факультета, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, e-mail: 000_alena@mail.ru

Сакмарова Лариса Алексеевна, зав каф. архитектуры и дизайна среды, доцент, кандидат педагогических наук, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

e-mail: lara.sakmarova@mail.ru

Protasevich Alyona Aleksandrovna, Senior Lecturer at the Faculty of Civil Engineering, Chuvash State University I.N. Ulyanova

E -mail: 000_alena@mail.ru

Sakmarova Larisa Alekseevna, Head of Department of architecture and environment design, associate professor, candidate of pedagogical sciences, «Chuvash State University. I.N. Ulyanova», Cheboksary, Russia
E-mail: lara.sakmarova@mail.ru

Для цитирования:
Протасевич А.А. Агрогород и вертикальная ферма, как актуальный путь развития архитектуры сельскохозяйственных объектов / А.А Протасевич, Л.А. Сакмарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 81 - 87.

Citation:
Protasevich A.A. Agro-city and vertical farm, as an actual way of development of architecture of agricultural objects/ A.A. Protasevich, L.A. Sakmarova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 81 - 87.

УДК 624.01

МНОГОСЛОЙНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ, И ИХ СВОЙСТВА ПРИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Л.А. Сакмарова, М.А. Бахмисова
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье рассмотрены многослойные ограждающие конструкции повышенного уровня теплозащиты и их особенности проектирования, расчета и строительства. Отображена реализация современных физико-технических требований к качеству архитектурно-строительного проектирования зданий на примере подготовки студентов строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова»

MULTILAYER BARRIER CONSTRUCTIONS, AND THEIR PROPERTIES UNDER TEMPERATURE IMPACT

Abstract

The article discusses multilayer barrier constructions of a high level of thermal protection and their features of design, calculation and construction. Shows the implementation of modern physico-technical requirements for the quality of architectural and building design on the example of training students of the Faculty of Civil Engineering of the "Chuvash State University. I.N. Ulyanova"

Рациональная тепловая защита зданий является мощным социальным и экономическим фактором, так как обеспечивает комфортные условия в помещениях зданий, соответствующие санитарно-гигиеническим нормативам, а также регулирует баланс между затратами при строительстве здания (квартиры, дома и т.д.) и эксплуатационными затратами на отопление, содержание и ремонт в течение всего жизненного цикла здания.

Реализация повышенных требований к теплозащите зданий стала возможной проектированием и строительством многослойных ограждающих конструкций. Нормативная база по проектированию теплозащиты зданий с многослойными наружными стенами оказалась не до конца подготовленной, поскольку сформирована на принципах проектирования старых норм по однослойным стенам. За годы эксплуатации зданий с повышенной теплозащитной выявился ряд

проблем, связанных с нормированием, проектированием и эксплуатацией многослойных наружных стен.

Строительная область отреагировала на изменившиеся обстоятельства путем переиздания нормативных документов, по которым сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций возрастает в несколько раз. Из-за введения новых теплотехнических требований и норм повысилось производство и широкое применение теплоизоляционных материалов в строительстве при возведении зданий, так как благодаря данным типам материалов, уменьшается толщина ограждающей конструкции, и, соответственно, расходы на строительство. В дополнении к этому, стали разрабатываться и внедряться различные конструктивные решения многослойных наружных стен повышенного уровня теплозащиты. Появились первые успехи и первые ошибки. Температурно-влажностный режим зданий определяет эксплуатационные свойства ограждающих конструкций зданий и влияет на теплозащитные и прочностные свойства, санитарно-гигиеническое состояние, надежность и долговечность ограждений.

Так, учебный план направления подготовки 08.03.01 «Строительство» Чувашского государственного университета предусматривает изучение дисциплин «Строительная физика (климатология, теплотехника, светотехника, шумозащита)» и «Физика среды и ограждающих конструкций». Актуальность изучения дисциплин вытекает из возросшего значения физики в современном строительстве и архитектуре, а также из-за повышающихся требований к качеству архитектурно-строительного проектирования зданий. Знания, полученные при изучении данных дисциплин необходимы при изучении дисциплин: «Основы архитектуры», «Основы архитектуры зданий», «Архитектурно-конструктивное проектирование гражданских зданий» и т.д. Знания, полученные при изучении дисциплин, применяются не только в курсовом проектировании, но и при выполнении выпускной квалификационной работы и, конечно же, в профессиональной сфере: при проектировании объектов различного назначения. Так как в соответствии с требованиями стройнадзора для сдачи в эксплуатацию нового отапливаемого здания требуется представить проект с разделом ЭЭ «Энергоэффективность», где, как минимум, должен быть приведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, и представлен разработанный энергетический паспорт здания, в котором рассчитан класс энергоэффективности здания.

Дисциплина «Строительная физика (климатология, теплотехника, светотехника, шумозащита)» изучает теоретические основы и практические методы формирования внутренней среды с учетом воздействия естественного и искусственного света, тепла, движения воздуха, звука, а также природу их восприятия человеком с оценкой социологических, гигиенических и экологических факторов, в соответствии с нормативными требованиями, для создания благоприятной и комфортной среды проживания или пребывания человека в здании. По каждому разделу дисциплины «Строительная физика (климатология, теплотехника, светотехника, шумозащита)» разработаны нормативно-технические требования, которые необходимо соблюдать при проектировании конструкций, зданий и сооружений, для комфортного и безопасного пребывания людей. Расчеты и исследования, проводимые в строительной физике, служат основой для рационального проектирования строительных объектов, обеспечивающего соблюдение требуемых эксплуатационных условий в течение заданного срока их службы. Разрабатываемые в строительной физике методы расчета и испытаний позволяют дать оценку качеству строительства, как на стадии проектирования, так и после возведения зданий.

Действующие нормативные документы по теплозащите зданий основное внимание уделяют процессам теплопередачи с целью снижения теплопотерь. Конструированию наружных стен с целью снижения или исключения конденсации в них водяного пара действующие нормы уделяют недостаточное внимание. В результате после нескольких лет эксплуатации в наружных стенах появляются возможные дефекты и разрушения. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций производится для определения требуемого теплоизоляционного материала и его оптимальной толщины, для обеспечения нужного термоизоляционного эффекта. При теплотехническом расчете ограждающих конструкций учитывается толщина и теплофизические свойства материалов, из которых изготовлены стены, условия эксплуатации, влажностной режим помещения и уровень влажности воздуха (в зависимости от географии).

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций производится по целому ряду формул, в зависимости от вида утепляемого узла с учетом всех влияющих факторов. Есть несколько способов проведения теплотехнического расчета. На практических и лабораторных занятиях по дисциплине «Строительная физика (климатология, теплотехника, светотехника, шумозащита)»

рассматриваются 2 способа расчета толщины теплоизоляционного материала для обеспечения комфортных условий и, соответственно, теплозащитных качеств ограждающей конструкции. Первый способ, расчет «вручную». Второй-с помощью программного комплекса. Т.к. одной из современных тенденций развития образования является компьютеризация образовательного процесса.

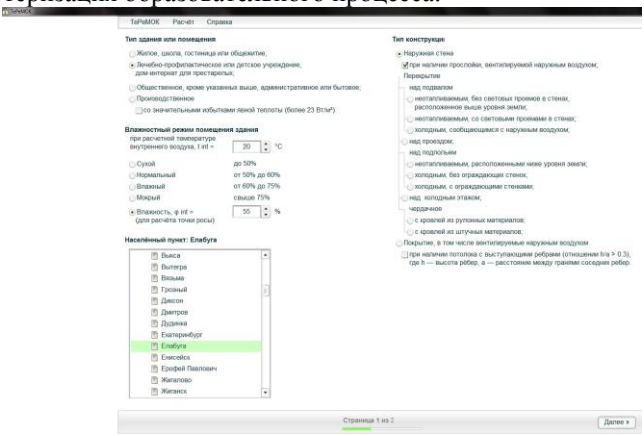


Рис. 1. Пример теплотехнического расчета в программном комплексе «Теремок». Выбор места строительства, типа конструкции и влажностного режима помещения здания.

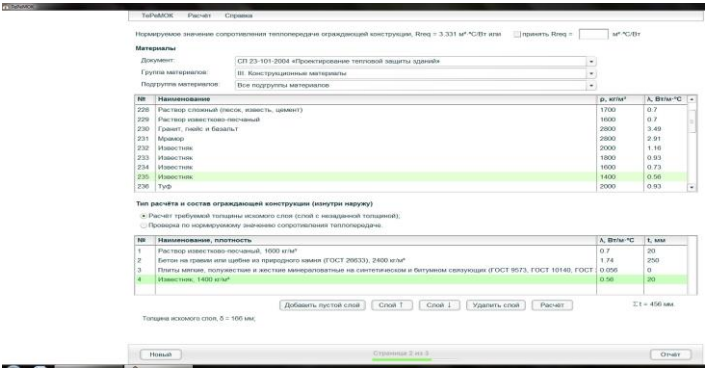


Рис. 2. Пример теплотехнического расчета в программном комплексе «Теремок». Выбор типа расчета и состава ограждающей конструкции.

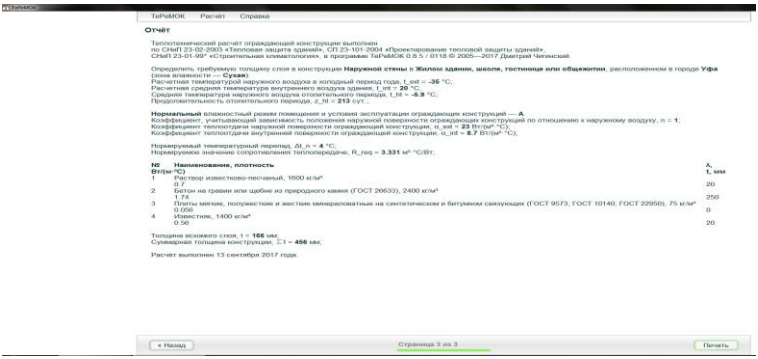


Рис. 3. Пример теплотехнического расчета в программном комплексе «Теремок». Оформление отчета.

Влияние высоких, и, наоборот, низких температур на ограждающую конструкцию затрагивает практически все механические свойства строительных материалов. Температурные воздействия приводят к уменьшению прочности и, соответственно, несущей способность многослойных ограждающих конструкций. При значительном изменении температуры зачастую происходят сложные физико-механические процессы, в связи с этим сильно изменяются свойства. Также происходят изменения, приобретающие необратимый характер, то есть после восстановления нормальной температуры, к материалам не возвращаются первоначальные свойства.

Большую роль температурные воздействия оказывают на такие строительные материалы как бетон, железобетон и металл, так как они являются основными конструкционными материалами и чаще всего используются в процессе строительства. При застывании бетонной смеси происходит процесс гидратации, происходящий с выделением в большом количестве теплоты. И в случае повышения температуры выше допустимой, начинается интенсивное испарение воды, из составляющих компонентов бетонной смеси, в результате чего образуется большое количество незаполненных пор. Следовательно, снижается плотность бетона и происходит резкое ухудшение прочностных показателей. Воздействие высокой температуры при застывании, приводит к появлению у материала высокой прочности в течение первых нескольких суток, но затем ситуация изменятся в обратную сторону. Расчетами доказано, что в ограждающих конструкциях, состоящих из двух (или нескольких) слоев, взаимное расположение слоев является определяющим с точки зрения образования конденсата и увлажнения ограждающих конструкций. Так

как при неверном взаимном расположении слоев ограждающей конструкции, возникают зоны конденсации, увлажнение материалов, а при замерзании и оттаивании происходит разрушение облицовочных слоев ограждения. В настоящее время при оценке конденсации водяного пара в ограждающих конструкциях широко используют графоаналитический метод Фокина – Власова для стационарных условий теплопередачи, который также применяют при выявлении и расчете конденсата при изучении дисциплины «Строительная физика (климатология, теплотехника, светотехника, шумозащита)». Метод позволяет получать распределение температуры, максимальной и действительной упругостей водяного пара по сечению ограждения. В основу нового метода заложено построение зависимости разности (E-e) от t_H для любого сечения стены:

- если в сечении (E-e)>0, то конденсация отсутствует, т.к. φ< 100%;
- если в сечении (E-e)<0, то идет конденсация, т.к. φ=100%.

Пересечение зависимости (E-e) от t_H с линией (E-e)=0 указывает на температуру начала конденсации в этом сечении.

Расчет на температурные воздействия – задача достаточно непростая и встречающаяся не так часто, поэтому могут возникнуть трудности с моделированием такого типа воздействия. Расчет производится в ПК Лира-САПР 2016. Температурные воздействия на строительные конструкции имеют самое разнообразное происхождение, но чаще всего учитываются климатические температурные нагрузки и технологические температурные воздействия, реже рассматриваются воздействия, обусловленные пожарами.

Для расчета на температурные воздействия в ПК Лира-САПР 2016 реализованы 2 способа задания температурных нагрузок, как для пластинчатых КЭ, так и для стержневых, которые позволяют смоделировать любое температурное воздействие:

- равномерный нагрев/охлаждение;
- температурный изгиб.

Когда температура на верхних и нижних волокнах симметричного сечения одинакова по величине и по знаку, это аналогично равномерному расширению/сжатию волокон вдоль оси стержня, что вызывает в случае статически неопределимой системы напряжения растяжения или сжатия, либо соответствующие деформации в случае статически определимой системы. Если же стержень подвержен действию перепада температуры, то более нагретые волокна его сечения будут сжаты, а менее нагретые – растянуты – это

температурный изгиб. Если статически определимая система, то будут деформации.

При задании температурных воздействий в ПК Лира-САПР 2016 важно понимать, какое напряженно деформированное состояние вызовет температурное воздействие и, исходя из этого, выбирать нужный тип нагрузки. В качестве начального этапа, согласно п. 13.2 СП 20.13330.2011, определяются нормативные значения изменений средних температур по сечению элемента в теплое и холодное время года [1]. Коэффициент надежности по нагрузке γf для температурных климатических воздействий Δt и ϑ принимается равным 1,1. Далее, необходимы нормативные значения средних температур по сечению элемента в теплое и холодное время года Δtw, Δtc и перепады температур по сечению элемента в теплое и холодное время года. Температурные усилия возникают только в статически неопределимых конструкциях.

Таким образом, главными целями применения систем автоматизированного проектирования (САПР) являются:

- подготовка проектной документации строительного объекта в более сжатые сроки, чем традиционными методами;
- увеличение производительности труда студента в период проектирования, повышение точности и информативности чертежа;
- создание новых творческих возможностей для студента при помощи трехмерного моделирования и последующего автоматизированного построения чертежей (планов, разрезов и т.д.);
- выявление и решение ошибок и недочетов при формировании конструктивных узлов;
- создание взаимосвязанных документов (спецификации и т.д.);
- произведение всех необходимых расчетов объекта и т.д.

Естественно, за современными информационными технологиями большое будущее, так как они многофункциональны. Инновационный характер современной науки, техники и производства, существенные изменения, произошедшие на рынке образовательных услуг, поставили перед вузами проблему кардинального изменения модели развития вуза с акцентом на управление качеством образовательного процесса и качество выпускников профиля «Проектирование зданий». Также стоит задуматься над применением в учебном процессе систем автоматизации профессиональной деятельности, рациональным их сочетанием с другими дисциплинами для поддержки обучения [2].

Поэтому в процессе постоянного совершенствования должны находиться и сеть учебных заведений, и состав, и содержание архитектурных дисциплин, и типология образовательных программ,

включая создание условий для построения личностных образовательных траекторий самими студентами, а также система довузовской подготовки, ставшей неотъемлемой частью уровневой образовательной системы архитектурно-строительного образования [3].

Литература:

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.

2. Сакмарова Л.А., Бахмисова М.А. Применение BIM-технологий в образовательной среде на примере строительного факультета Чувашского государственного университета // Жилищное строительство. 2017. № 10. С. 11–17.

3. Проблемы формирования довузовской системы непрерывного архитектурно-строительного образования / Сакмарова Л. А. // Университетское образование: сборник статей XVI Международной научно-методической конференции. 2012. С. 325-326.

Ключевые слова: многослойные ограждающие конструкции, теплотехнический расчет, программный комплекс, температурные воздействия, конденсат, строительная физика.

Key words: multilayer barrier constructions, heat engineering calculation, software package, temperature effects, condensate, building physics.

М.А. Бахмисова, ассистент кафедры архитектуры и дизайна среды ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

E-mail:masha_a94@mail.ru

Л.А. Сакмарова, к.п.н., доцент, зав. каф. архитектуры и дизайна среды ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

E-mail: lara.sakmarova@mail.ru

Maria Bakhmisova, Assistant of the Department of Architecture and Environmental Design of «Chuvash State University. I.N. Ulyanova», Cheboksary, Russia

E-mail:masha_a94@mail.ru

Sakmarova Larisa Alekseevna, Head of Department of architecture and environment design, associate professor, candidate of pedagogical sciences, «Chuvash State University. I.N. Ulyanova», Cheboksary, Russia
E-mail: lara.sakmarova@mail.ru

Для цитирования:
Бахмисова М.А. Многослойные ограждающие конструкции, и их свойства при температурных воздействиях / Л.А. Сакмарова, М.А. Бахмисова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 88 - 96.

Citation:
Bakhmisova M.A. Multilayer barrier constructions, and their properties under temperature impact / M.A. Bakhmisova L.A. Sakmarova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 88 - 96.

УДК 69.001.5: 725.4.012

КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ «ЗЕЛЕНЫХ» СТАНДАРТОВ

С.Н. Смирнова, Е.Ю. Ерошкина
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

В данной статье был проведен опрос, целью которого было выделить важные критерии по мнению респондентов для проектирования промышленного здания с учетом «зеленых» стандартов.

DESIGN CONCEPT OF INDUSTRIAL BUILDINGS TAKING INTO ACCOUNT GREEN STANDARDS

Abstract

In this article, a survey was conducted, the purpose of which was to highlight the important criteria for the design of industrial buildings in relation to "green" standards.

В современном мире проблема загрязнения окружающей среды стоит на первом месте. Развитие человечества неразрывно связано с изменениями окружающей среды. Освоение ресурсов, урбанизация, промышленное производство оказывают разрушающее действие на планету.

Промышленная отрасль в России развивается активно. Отходы предприятий, выбросы в атмосферу токсичных веществ и автотранспорт являются самыми опасными и масштабными видами загрязнений.

Из общего объема энергопотребления строительным комплексом России около 90% расходуется на эксплуатацию зданий. Энергопотребление промышленными зданиями составляет 35-45% [1].

Эффективным решением проблемы загрязнения окружающей среды является строительство зданий с учетом «зеленых» стандартов. «Зелёное» строительство – это такой подход к разработке концепций зданий, когда сам процесс возведения, проектирование и дальнейшая эксплуатация минимально воздействуют на окружающую среду.

Для оценки зданий и присвоения сертификатов существуют стандарты BREEM, LEED, ГОСТ 54964-12, СДС «РУСО» и др. [2]. LEED - NC (New Construction – новое строительство) является

рейтинговой системой при строительстве новых объектов или выполнении крупных проектов в существующих зданиях [3]. BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) - международный «зеленый» стандарт оценки эффективности зданий, разработанный британской компанией BRE Global [4].

На основе этих принципов была сформирована анкета, цель которой выявить самый важный критерий для проектирования промышленного здания с учетом «зеленых» стандартов. Опрос проведен среди студентов, преподавателей и дипломированных специалистов.

Таблица 1. Результаты опроса

Критерии	%
Экологический менеджмент	8,4
Комфорт и экология внутренней среды	10,0
Энергетические факторы	10,5
Развитая инфраструктуры и транспортной доступности	9,4
Эффективность использования вводных ресурсов	10,5
Материалы и ресурсная база	10,1
Качество санитарной защиты и утилизации отходов	10,3
Параметры рационального использования земельного участка	8,8
Уровень загрязнения окружающей среды	10,5
Качество архитектуры и планировка объекта	11,5
	100,0

Критерий качество архитектуры и планировка объекта набрал больший процент, в него входят: объемно-планировочное решение с минимальным расходом энергии и максимальным естественным освещением, сбережение тепла, архитектурное решение.

Технический прогресс развивается стремительно, что приводит к загрязнению окружающей среды, катаклизмам, истощению природных ресурсов и т.д. Задача архитекторов, путем применения «зеленых» стандартов, уменьшить воздействие на окружающую среду и рационально использовать природные ресурсы.

Литература

1.Смирнова, С.Н. Принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий [Текст]: автореф. дис... канд. арх. / С.Н. Смирнова. – Нижний Новгород, 2009. – 10 с.

2. Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы III Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 21-24 ноября 2017 г.): в 8 ч. Часть 5. Инновации в

строительстве, природообустройстве и техносферной безопасности. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017. – 140 с.

3. Гуткин, А. LEED рейтинговая система для энергоэффективных и экологически чистых зданий / А. Гуткин // АВОК №6'2008 «Энергоэффективные здания. Технологии» –
(https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4055)

4. Стандарт BREEAM // Экосертификация «Сертификация BREEAM» (http://kazgbc.kz/resources/files/standart-breeam.pdf)

Ключевые слова: «зеленое» строительство, промышленные здания, критерии систем оценок «зеленых» зданий.

Keywords: «Green» building, industrial buildings, criteria for rating systems for «green» buildings.

Смирнова Светлана Николаевна, к.арх., доцент кафедры ПЗ, ПГТУ.
Ерошкина Елена Юрьевна, ст. гр. СТРм-24, ПГТУ.
E-mail: Lena.Eroshkina.1995@mail.ru

Smirnova Svetlana Nikolaevna, k. architecture, assistant professor of DB, VSTU.
Eroshkina Elena Yurievna, student gr. STRm-24, VSTU.
E-mail: Lena.Eroshkina.1995@mail.ru

Для цитирования:
Смирнова С.Н. Концепция проектирования промышленных зданий с учетом «зеленых» стандартов / Смирнова С.Н., Ерошкина Е.Ю. // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 97 - 99.

Citation:
Smitnova S.N. Design concept of industrial buildings taking into account green standards/ Smirnova S.N., Eroshkina E.Y. // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 97 - 99.

УДК 725

ПРИМЕНЕНИЕ «ЗЕЛЕНЫХ» ЭЛЕМЕНТОВ В АРХИТЕКТУРЕ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

С.Н. Смирнова, О.О. Сидлерова
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Российская Федерация, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола.

Аннотация

В статье рассматриваются зарубежные здания с применением различных способов озеленения сооружений. Приводится типологический ряд по озеленению зданий.

THE USE OF "GREEN" ELEMENTS IN THE ARCHITECTURE OF FOREIGN COUNTRIES

Abstract

The article deals with foreign buildings with the use of various methods of landscaping structures. Given the typological range of landscaping buildings.

С увеличением численности людей на Земле возрастает и разрушающее влияние человеческой деятельности на окружающую среду. В связи с этим возникает необходимость в применении ряда мер по сохранению того, что мы имеем за счет различного вида озеленения зданий. Поэтому идея «зелёной» архитектуры актуальна в наше время как никогда.

Линейная архитектура (классическая эстетика)

Школа искусств WOHA, Сингапур

Школа искусств в Сингапуре — это не только учебное заведение для творческих и талантливых людей, но и современный архитектурный проект. Фасады трех корпусов покрыты растениями, а на крыше создан небольшой парк для отдыха и находится беговая дорожка.

Неклассическая эстетика

Мэрия, Чикаго

В мэрии Чикаго есть поистине впечатляющая садовая работа на крыше. Посаженный в 2000 году, сад занимает большую часть крыши неоклассического здания и имеет 20 000 растений из 150 различных видов.

«Вертикальный лес» (Bosco Verticale), Милан, Италия

«Вертикальный лес» по проекту архитектурного бюро Стефано Боэри был построен в 2014 году. Ансамбль из двух жилых башен украшен деревьями, кустарниками и цветами. Посадки не только оживляют город, но и поглощают углекислый газ и производят кислород. Согласно концепции, с помощью Bosco Verticale в городе увеличится биологическое разнообразие: у насекомых, птиц и мелкой флоры появится больше места для обитания.

Нелинейная архитектура (пост неклассическая эстетика)

Жилой дом по проекту Винсента Каллебаута, Тайбэй, Тайвань

На проект жилого здания в Тайбэе архитектора Винсента Каллебаута вдохновила модель ДНК. Фасад здания планируется украсить 23 000 деревьев. Первые жители смогут оценить дом-сад уже в конце этого года, когда строительство будет завершено.

Спиралевидная башня, Тулуза, Франция

Архитектор Даниэль Либескинд планирует закончить спиралевидную «зеленую» постройку в 2022 году. В проектировании здания архитектору помогал ландшафтный дизайнер Николя Гислуа, который привнес идею с зелеными природными «слоями» здания.

Типологический ряд

	Крыша	Стены	Крыша и стены	Оранжерея
Классичес-кая эстетика	Зелёная крыша, площадью 1 гектар на крыше почтового отделения	***Immeuble ICF – Бордо, 2007***	**Школа искусств WOHA, Сингапур**	
Некласси-ческая эстетика	Мэрия, Чикаго	***Immeuble ICF – Бордо, 2007***	**«Вертикальный лес», Милан, Италия**	
Пост не-классичес-кая эстетика	*Школа искусств и дизайна Технологического университета Наньян Сингапур,2012*	**Спиралевидная башня, Тулуза, Франция**	**Жилой дом, Тайбэй, Тайвань**	Оранжереи Куньминского института растениеводства

Литература
1. «Зеленые» эко-здания, которые сделают мир лучше. // weekend.rambler.ru. URL: https://weekend.rambler.ru/places/38913331-zelenye-eko-zdaniya-kotorye-sdelayut-mir-luchshe/ (Дата обращения 12.09.2018).
2. Мхитарян К.О. Типология форм вертикального озеленения в городской среде [Текст] / Мхитарян К.О. // Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности. Известия КГАСУ, 2017. – № 1 (39). – с. 65-72.

Ключевые слова: «зеленая» архитектура, линейная архитектура, нелинейная архитектура, классическая эстетика, неклассическая эстетика, постнеклассическая эстетика.

Keywords: green architecture, linear architecture, nonlinear architecture, classical aesthetics, non-classical aesthetics, post-non-classical aesthetics.

Смирнова Светлана Николаевна, канд.арх., доцент каф. ПЗ, ПГТУ.
Сидлерова Ольга Олеговна, ст. гр. СТРм-24, ИСА, ПГТУ.
E-mail; olya-sidlerova@yandex.ru

Smirnova Svetlana Nikolaevna, candidate of arch., Associate professor DB, VSTU.
Sidlerova Olga Olegovna, student gr. STRm-24, ISA, VSTU.
E-mail; olya-sidlerova@yandex.ru

Для цитирования:
Смирнова С.Н. Применение «зеленых» элементов в архитектуре зарубежных стран / С.Н. Смирнова, О.О. Сидлерова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 100 - 103.

Citation:
Smirnova S.N. The use of "green" elements in the architecture of foreign countries / S.N. Smirnova, O.O. Sidlerova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 100 - 103.

УДК 338.26:711.4

ИЗМЕНЕНИЯ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ, КАСАЮЩИЕСЯ ОБЪЕКТОВ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

И.П. Федосеева, ФГБОУ ВО "Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова", г. Чебоксары, Россия,
Е.В. Трофимова, Минстрой Чувашии, г. Чебоксары, Россия

Аннотация:

В данной статье авторами поставлена задача разъяснить изменения градостроительного законодательства. Авторами перечислены особенности и ключевые моменты, которые необходимо учитывать при осуществлении строительства жилых домов.

CHANGES IN TOWN-PLANNING LEGISLATION CONCERNING OBJECTS OF HOUSING CONSTRUCTION

Abstract

In this article, the authors set the task of explaining the changes in town-planning legislation. The authors list features and key points that must be taken into account when realizing the construction of residential buildings.

Действующее градостроительное законодательство постоянно совершенствуется с целью сокращения количества процедур и сроков получения разрешительных документов для застройщиков.

Самым актуальным изменением Градостроительного кодекса Российской Федерации (далее – ГрК РФ) в 2018 году стало введение нового порядка действий застройщика и органов местного самоуправления при строительстве или реконструкции объекта индивидуального жилищного строительства (далее – объект ИЖС).

Само понятие "объект ИЖС" раскрывается в пункте 39 статьи 1 ГрК РФ. Оно равнозначно понятиям "жилой дом" и "индивидуальный жилой дом".

Объектом ИЖС является отдельно стоящее здание, которое имеет следующие характеристики и параметры:

1) количество надземных этажей не более чем три,

2) высота не более двадцати метров,

3) состоит из комнат и помещений вспомогательного использования.

4) все комнаты и помещения предназначены для удовлетворения людьми различных нужд (бытовых и других, связанных с их проживанием в этом здании)

5) само здание не предназначено для раздела на самостоятельные объекты недвижимости.

Согласно части 17 статьи 51 ГрК РФ застройщику теперь не нужно получать разрешение на строительство индивидуального жилого дома.

Приказом Минстроя России от 19 сентября 2018 года № 591/пр утверждены формы уведомлений, необходимых для строительства или реконструкции объекта индивидуального жилищного строительства или садового дома". В нем приведены следующие формы уведомлений:

1) форма уведомления о уведомления о планируемом строительстве;

2) форма уведомления о соответствии параметров объекта ИЖС или садового дома установленным параметрам и допустимости размещения таких объектов на земельном участке;

3) форма уведомления о несоответствии параметров объекта ИЖС или садового дома установленным параметрам и (или) недопустимости размещения таких объектов на земельном участке;

4) форма уведомления об изменении параметров объекта ИЖС или садового дома;

5) форма уведомления об окончании строительства объекта ИЖС или садового дома;

6) форма уведомления о соответствии объекта ИЖС или садового дома требованиям законодательства о градостроительной деятельности;

7) форма уведомления о несоответствии объекта ИЖС или садового дома требованиям законодательства о градостроительной деятельности.

Требования к сведениям, содержащимся в уведомлениях, а также перечень документов, которые застройщику необходимо предоставлять в орган местного самоуправления, перечислены в статьях 51.1 и 55 ГрК РФ.

Действия, которые ему необходимо совершить, описаны в статье 51.1 ГрК РФ и приведены в схеме, изображенной на рис. 1.

В процессе строительства или реконструкции объекта ИЖС или садового дома параметры, указанные в уведомлении о планируемом строительстве, могут измениться, тогда застройщику необходимо совершить действия, отображенные на рис. 2.

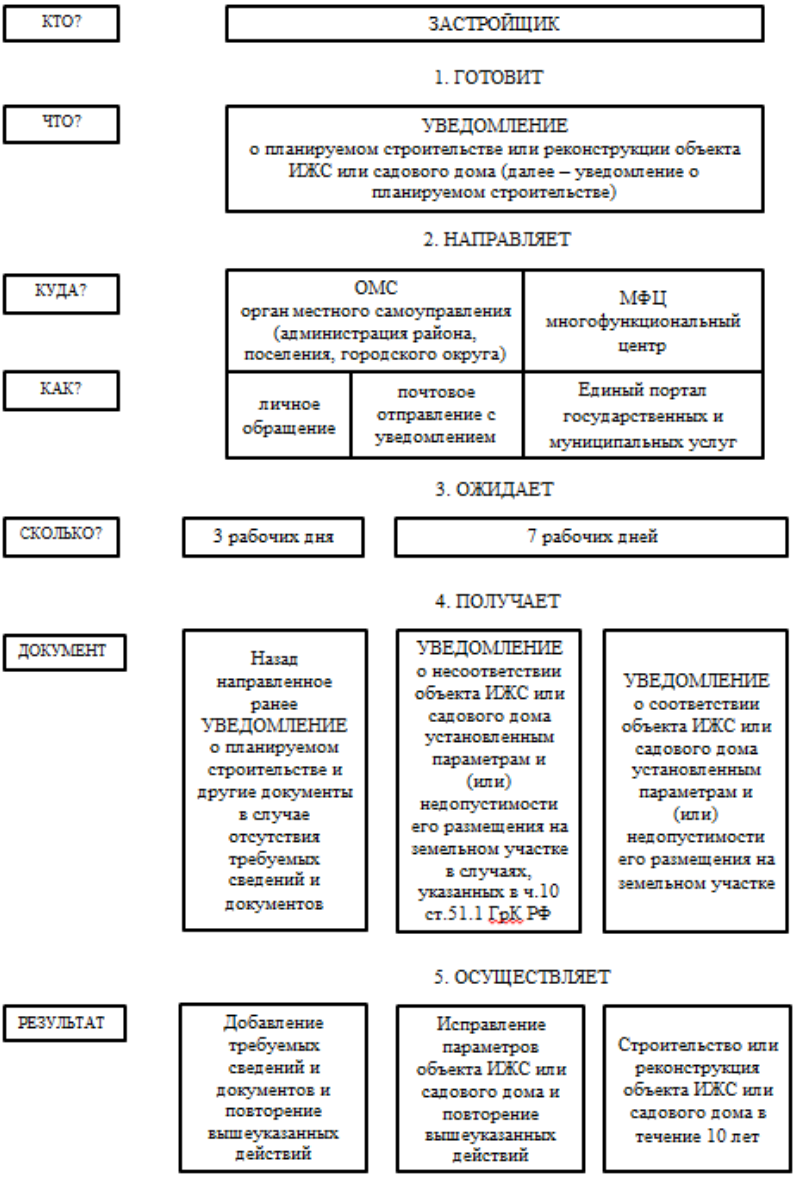


Рис. 1. Порядок действий застройщика при осуществлении строительства, реконструкции объекта ИЖС или садового дома на земельном участке

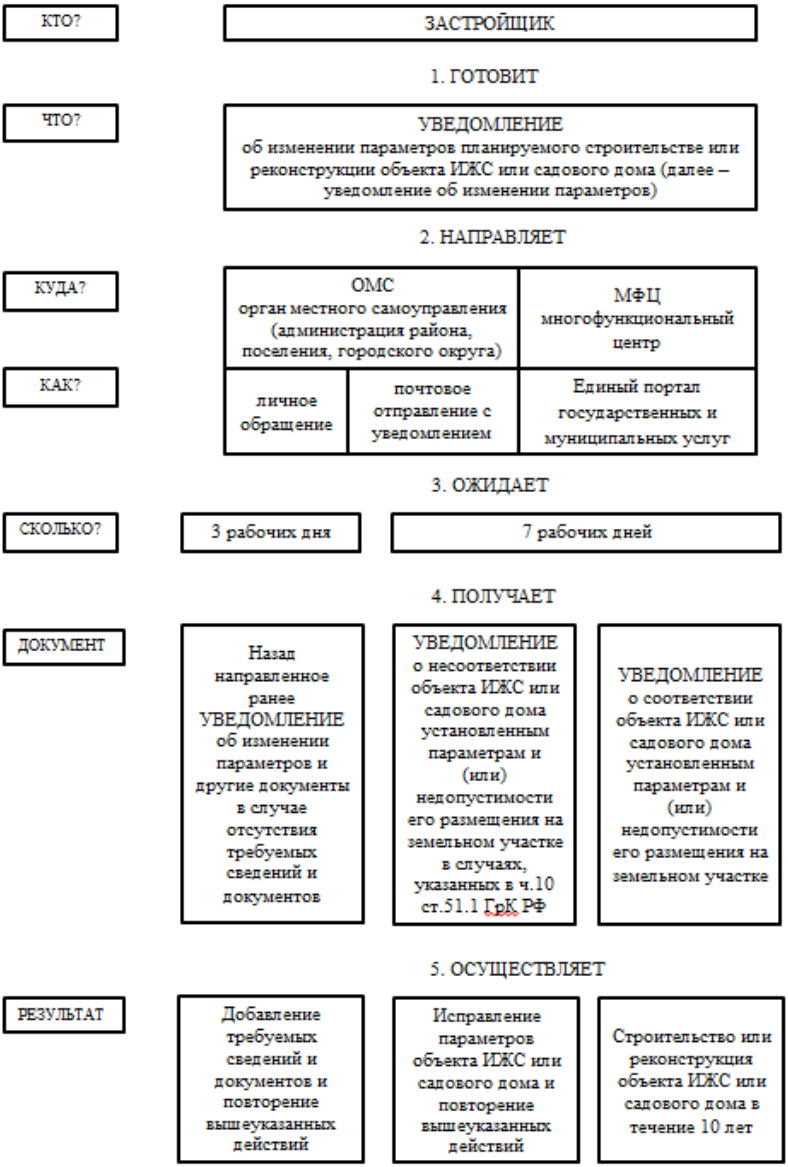


Рис. 2. Порядок действий застройщика при изменении параметров планируемого строительства, реконструкции объекта ИЖС или садового дома на земельном участке

Если направленные застройщиком уведомления по формам, приведенным в пунктах 1, 4 и 5 не содержат требуемые сведения и документы, то орган местного самоуправления возвращает их назад застройщику в течение 3 рабочих дней и уведомления считаются ненаправленными. Уведомления по формам, приведенным в пунктах 2, 3, 6 и 7, готовит орган местного самоуправления и направляет застройщику в течение 7 рабочих дней.

Вместо обращения в орган местного самоуправления за получением разрешения на ввод в эксплуатацию объекта ИЖС или садового дома застройщик за месяц до завершения строительства или реконструкции объекта ИЖС или садового дома обязан совершить действия, которые приведены в схеме, изображенной на рис. 3, а именно обратиться в орган местного самоуправления за получением уведомления об окончании строительства.

К уведомлению об окончании строительства прилагаются:

1) документ, подтверждающий полномочия представителя застройщика, если оно направлено представителем застройщика;

2) заверенный перевод документов о государственной регистрации юридического лица, если застройщиком является иностранное юридическое лицо;

3) технический план объекта ИЖС или садового дома;

4) соглашение об определении долей правообладателей земельного участка на объект ИЖС или садовый дом.

Эти изменения существенно облегчат работу органов местного самоуправления и сократят сроки, в которые граждане, желающие построить индивидуальные жилые дом, смогут осуществить это фактически.

Сами формы уведомления очень понятные и доступные для граждан и органов местного самоуправления муниципальных образований.

В настоящее время всеми муниципальными образованиями Чувашской Республики ведется работа по внесению изменений в административные регламенты по предоставлению услуги "Выдача разрешений на строительство" в части приведения их в соответствие с действующим законодательством.

До утверждения форм уведомлений в случае обращений граждан, которые планируют осуществление строительства объектов ИЖС или садовых домов, изменение параметров указанных объектов или завершения их строительства подготовка документов осуществлялась в произвольном порядке, но с соблюдением требований градостроительного законодательства.

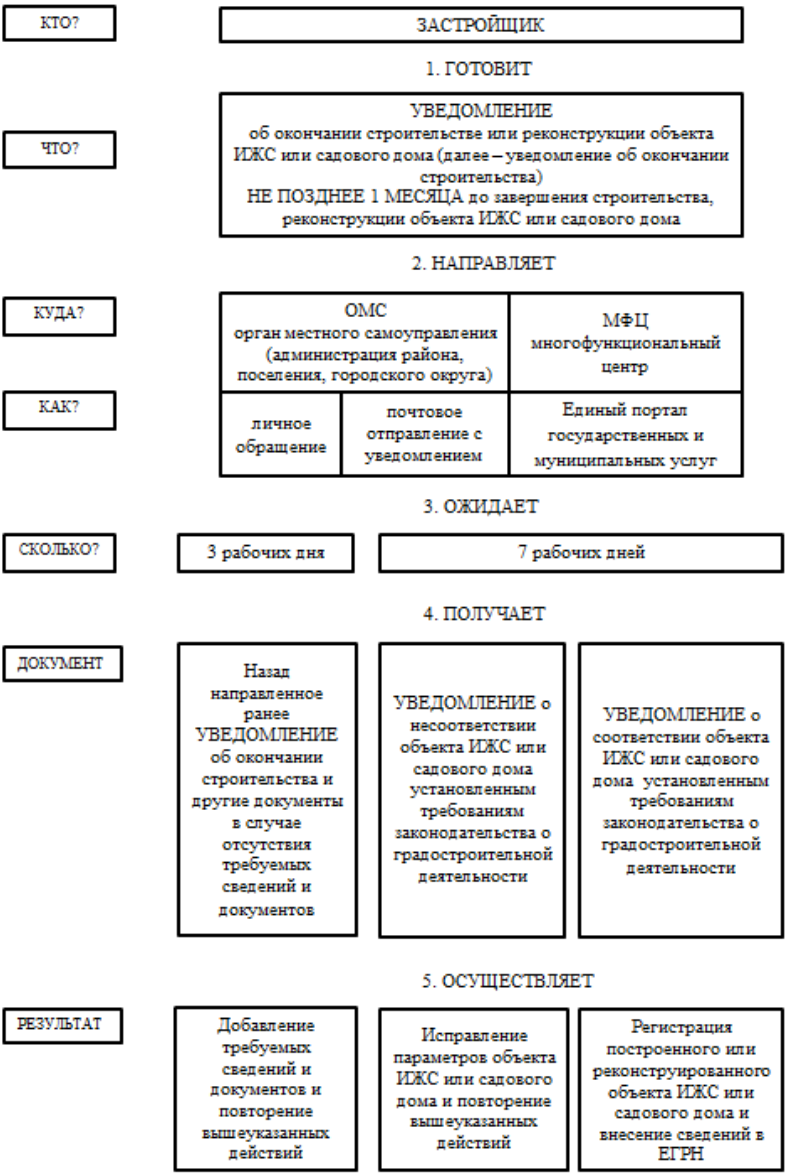


Рис. 3. Порядок действий застройщика при завершении строительства, реконструкции объекта ИЖС или садового дома на земельном участке

Ключевые слова: градостроительство, строительство, жилой дом.

Keywords: urban planning, construction, house.

Федосеева Ирина Петровна, ст. преподаватель кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»; пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н-407, г. Чебоксары; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; тел. 62-55-31 (доб. 6114).

Трофимова Елена Владимировна, главный специалист-эксперт отдела градостроительства и архитектуры Минстроя Чувашии, г. Чебоксары; e-mail: lf88@mail.ru; тел. 89196649892.

Fedoseyeva Irina Petrovna, art. Lecturer of the Department of technology, geotechnic and economy of construction Civil Engineering Faculty Federal State Educational Budget Institution of Higher Education «The Ulianov Chuvash State University»; Lenina ave., 6, Faculty of Civil Engineering, Office H-407, Cheboksary; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; tel. 62-55-31 (ext. 6114).

Trofimova Elena Vladimirovna, chief specialist-expert of the Department of town planning and architecture of the Ministry of construction, architecture and housing and communal services of Chuvash Republic, Cheboksary; e-mail: lf88@mail.ru; tel. 89196649892.

Для цитирования:

Федосеева И.П. Изменения в градостроительном законодательстве, касающиеся объектов жилищного строительства / И.П. Федосеева, Е.В. Трофимова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы X Всероссийской (IV Международной) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 104 - 110.

Citation:

Fedoseyeva I.P. Changes in town-planning legislation concerning objects of housing construction / I.P. Fedoseyeva, E.V. Trofimova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the X All-Russia (IV International) Conference (NADCR - 2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. P. 104 - 110.

УДК 628.89

ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ КОМФОРТНЫХ ПАРАМЕТРОВ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ПТИЧНИКОВ НАПОЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ.

Л.А. Хинканин, А.П. Хинканин. Поволжский государственный технологический университет (ПГТУ), г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Российская Федерация.

Аннотация

В статье рассмотрены параметры микроклимата в птичниках напольного содержания проекта Hartmann-LA Gmbh, и технологией содержания птицы компании Ross Aviagen, Inc. Оценивается влияние объемно-планировочного и конструктивного решения птичников на микроклиматические параметры в рабочей зоне птичника. Приводятся подходы к CFD-моделированию птицы для оценки термодинамических процессов в рабочей зоне.

ASSESSMENT OF THE FEATURES OF FORMING COMFORT PARAMETERS IN THE WORKING ZONE IN POULTRY HOUSE.

Abstract

The article discusses the parameters of microclimate in poultry houses of the floor maintenance projected by Hartmann-LA Gmbh, and poultry keeping technology by company Ross Aviagen, Inc. Article evaluates the impact of the space-planning and constructive solutions of poultry houses on the microclimatic parameters in a working area of poultry house. The approaches to the CFD-simulation of poultry to assess the thermodynamic processes in the working area are given.

В настоящее время товарное производство птицы в Российской федерации характеризуется противоречием между практикой проектирования птицеводческих зданий (основанных на отечественной нормативной базе [7]) и особенностями технологии выращивания (определяемых поставщиками генного материала [1,2,3,4,5]). Как правило, на стадии проектных работ происходит привязка готовых проектов, поставляемых поставщиками генного материала к конкретным геологическим и климатическим условиям региона строительства. Анализ проектной документации построенных птичников свидетельствует о том, что ограждающие конструкции зданий проектируют, как правило, без учета теплотехнических

неоднородностей. Технически, задача оценки параметров микроклимата внутреннего объема сложнее в решении.

Численное моделирование термодинамических процессов во внутреннем объеме с учетом конструктивных, планировочных и технологических особенностей птичников напольного содержания позволяет подобрать оптимальные конструктивные решения таким образом, чтобы увеличить долю комфортного объема в рабочей зоне птицы.

Проиллюстрируем это на примере птичника размером 15×78 м на 10000 голов по проекту Hartmann-LA Gmbh (Германия), эксплуатирующийся агрохолдингом Акашево (рис. 1). Технология выращивания птицы – Ross Aviagen Inc, для мясного кросса Ross 308. Численный эксперимент проводился с помощью пакетов численной газодинамики с модулями HVAC для определения комфортных параметров.

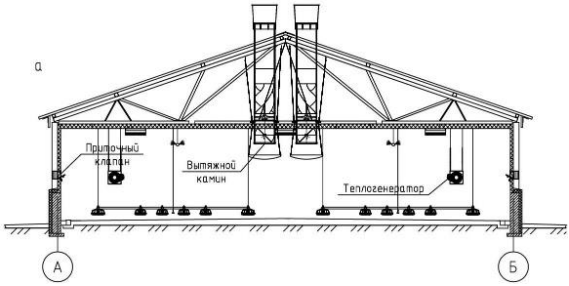


Рис. 1. Схема расположения приборов отопления и устройств вентиляции: *а* – поперечный разрез птичника.

Птица, случайно распределенная в рабочей зоне, имеет сложную форму, которая не позволяет адекватно смоделировать газодинамические процессы в исследуемом объеме. Причина заключается в том, что с точки зрения газодинамического расчета требуется таким образом сгущать расчетную сетку, чтобы поперек любого канала, в котором протекает газ, было бы минимум 5-7 ячеек расчетной сетки. С учетом многократно несоотносимых масштабов пространства меж отдельными птицами и всего помещения было принято решение смоделировать отдельно различные виды посадки птица, с целью установить функцию падения полного давления от разных объемных расходов (см. рис. 2, 3). Такой подход позволяет в дальнейшем задать фиктивное пористое тело [6] с гидравлическими характеристиками массива птицы, для адекватного моделирования всего объема рабочей зоны птицы.

На рис. 2 приведен пример поля скоростей при продувке отдельной птицы. При этом были получены функциональные зависимости падения полного давления от объемного расхода при продувке для каждого дня технологического цикла выращивания птицы при двух вариантах взаимного расположения птицы. Так, например, на рис. 3 представлена функция падения полного давления ΔP от объемного расхода Q при продувке по оси Y массива птицы (расположенной в шахматном порядке) на 42 день выращивания.

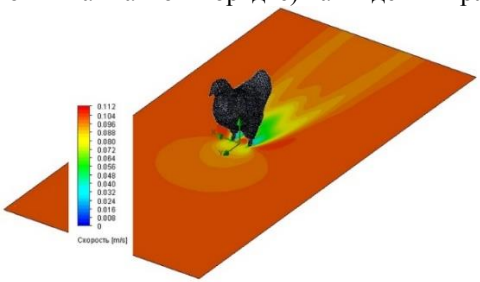


Рис. 2. Поле скоростей при продувке одиночной птицы на 42 сутки выращивания потоком воздуха по оси Y со скоростью 0,1 м/с.

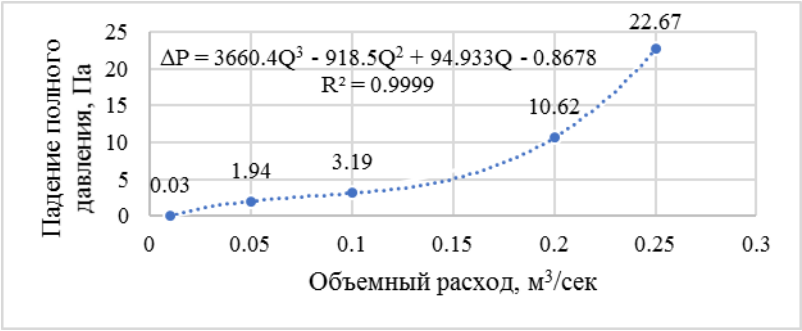


Рис. 3. Зависимость падения полного давления от объемного расхода при продувке по оси Y массива птицы на 42 день выращивания, расположенной в шахматном порядке.

Были получены зависимости для различных объемных расходов и разных направлений продувок. Предложена ортотропная модель фиктивного пористого тела, которая характеризуется перепадом давления, объемным расходом, протекающим через модель и характерным размером пор, что позволяет с высокой точностью описать термодинамические процессы, протекающие в зоне посадки птицы.

Нами была установлена зависимость параметров микроклимата от высоты расположения приточных клапанов и последовательности их открытия. Так на рис. 4 представлены результаты оценки микроклиматических параметров рассмотренного выше птичника в первые сутки технологического цикла. Для базового решения, предложенного компанией Hartmann-LA Gmbh, было проанализировано распределение комфортных параметров в рабочей зоне птицы.

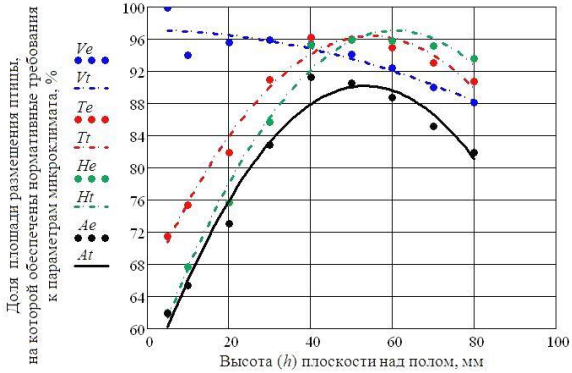


Рис. 4. Доли зоны посадки птицы, в которых выполняются нормативные требования (%) в случае первого варианта открытия приточных клапанов. Доля площади, на которой обеспечена нормативная скорость движения воздуха (*Ve)*. Доля площади, на которой обеспечена нормативная температура воздуха (*Te).* Доля площади, на которой обеспечена нормативная относительная влажность воздуха (*He).* Доля площади, на которой обеспечены все нормируемые параметры (скорость движения воздуха, температура воздуха, относительная влажность воздуха и концентрация CO_2 (*Ae).*

Подведённые исследования позволяют утверждать, что:

1. Внедрение CFD HVAC технологий в процесс проектирования птичников позволяет добиться высоких эксплуатационных показателей производства, улучшения здоровья поголовья.

2. Привязка типовых проектов птичников без переработки разделов КР, ОВ, ВК, КЖ ведет к проблемам в эксплуатации: конденсату, высокому проценту санитарного забоя, проблемам с грызунами и т.д.

3. Задание фиктивного пористого тела, описывающего термодинамические процессы в рабочей зоне птицы на данный момент, является наиболее адекватным способом, позволяющим найти

компромисс между точностью результатов моделирования и размерностью задачи (требуемыми вычислительными мощностями)

4. Предлагается ввести оценку эффективности принимаемого объемно-планировочного, конструктивного и инженерного решения птичника как отношение объема рабочей зоны, в котором выполняются все (требуемые технологией выращивания птицы) микроклиматические параметры, отнесенного к общему объему рабочей зоны. Данный эффективный объем птичника (effective volume of poultry house, EVPH) является, как представляется, объективной оценкой.

5. Типовое решение, предлагаемое Hartmann-LA Gmbh, для условий респ. Марий Эл имеет показатель EVPH равным 0,64 что нельзя признать оптимальным.

6. Разработанная методика моделирования термодинамических процессов в птичниках позволят существенно улучшить значения EVPH.

Литература

1. Cobb broiler management guide [Electronic resource]. - Mode of access: https://cobb-guides.s3.amazonaws.com/07fc99a0-bbd2-11e6-bd5d-55bb08833e29.pdf (date of request: 08.09.2018).

2. Cobb optimum broiler development guide [Electronic resource]. - Mode of access: https://cobb-guides.s3.amazonaws.com/25d5a520-bbd7-11e6-bd5d-55bb08833e29.pdf (date of request: 08.09.2018).

3. Hubbard broiler management guide [Electronic resource]. Mode of access: http://www.hubbardbreeders.com/media/hubbard_broiler_management_guide__078897700_0945_07012015.pdf (date of request: 08.09.2018). (URL: http://www.bashedu.ru/encikl/title.htm)

4. Ross Aviagen Hatchery ventilation essentials guide [Electronic resource]. - Mode of access: http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Broiler_Breeder/Tech_Articles/English/AviagenHatcheryVentilationEssentials2014-EN.pdf (date of request: 08.09.2018).

5. Ross broiler handbook [Electronic resource]. - Mode of access: http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-Broiler-Handbook-2014i-EN.pdf (date of request: 08.09.2018).

6. Алямовский, А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation / А.А. Алямовский .— М. : ДМК-Пресс, 2010 .— 465 с. : ил. — (Проектирование) .— ISBN 978-5-94074-586-0

7. РД-АПК 1.10.05.04-13 Методические рекомендации по технологическому проектированию птицеводческих предприятий. М.: ФГБНУ Росинформагротех, 2013 - 211 с.
8. СНиП II-3-79. Строительная теплотехника. http://docs.cntd.ru/document/871001234 (дата обращения: 08.09.2018).
9. Хинканин Л.А., Хинканин А.П. Влияние масштаба длины турбулентности на результаты численного моделирования воздушных потоков в птичниках напольного содержания // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2.; URL: http://science-education.ru/ru/article/view?id=22009 (дата обращения: 08.09.2018).
10. Хинканин Л.А., Хинканин А.П. Влияние планировочных элементов птичников на формирование микроклимата//БСТ: Бюллетень строительной техники. 2016. № 6 (982). С. 40-41.

Ключевые слова: микроклимат птичника, поле температур, поле скорости движения воздуха, численное моделирование, эффективность производства, HVAC, EVPH, CFD.

Keywords: microclimate of the poultry house, temperature field, air velocity field, numerical simulation, production efficiency, HVAC, EVPH, CFD.

Хинканин Леонид Александрович – ассистент кафедры «Проектирование зданий», Поволжский государственный технологический университет (ПГТУ), 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д.3, HinkaninLA@volgatech.net

Хинканин Александр Павлович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Проектирование зданий», Поволжский государственный технологический университет (ПГТУ), 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д.3, HinkaninAP@volgatech.net

Khinkanin Leonid Aleksandrovich - assistant of the chair "Designing of buildings", Volga State Technological University (PSTU), 3, Lenina ploshchad, Yoshkar-Ola, Russian Federation; HinkaninLA@volgatech.net;

Khinkanin Alexander Pavlovich – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department "Designing Buildings", Volga State Technological University (PSTU), 3, Lenina ploshchad, Yoshkar-Ola, Russian Federation; HinkaninAP@volgatech.net

Для цитирования:

Хинканин Л.А. Оценка особенностей формирования комфортных параметров в рабочей зоне птичников напольного содержания / Л.А. Хинканин, А.П. Хинканин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 111 - 117.

Citation:

Khinkanin L.A. Assessment of the features of forming comfort parameters in the working zone in poultry house / L.A. Khinkanin, A.P. Khinkanin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 111 - 117.

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

УДК 624.046.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ НОРМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ИЗГИБАЕМЫХ БЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С КОМПОЗИТНОЙ ПОЛИМЕРНОЙ АРМАТУРОЙ

И.А. Антаков
Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

Аннотация

В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований прочности нормальных к продольной оси сечений изгибаемых бетонных элементов с стеклокомпозитной и базальтокомпозитной арматурой. Рассмотрены методики расчета нормативных документов США, Евросоюза и России. Разработаны рекомендации на основе методики СП 63.13330.2012 по расчету прочности данных сечений с композитной арматурой.

IMPROVING METHODS OF CALAULATING STRENGTH OF NORMAL SECTIONS OF FLEXURAL CONCRETE ELEMENTS WITH FIBER-REINFORCED POLYMER REINFORCEMENT

Abstract

The article presents the results of theoretical and experimental studies of the strength normal to the longitudinal axis of the cross-sections of flexural concrete elements with glass and basalt FRP rebar. The considered methods of calculation of guidelines of the United States, Canada, the EU and Russia. The recommendations were developed based on the methodology SP 63.13330.2012 for design the strength of these cross-sections with FRP reinforcement

Исследования российских и зарубежных ученых [1, 2, 3] выявили ряд принципиально иных от железобетона особенностей работы изгибаемых элементов с арматурой композитной полимерной (далее АКП) под нагрузкой, что является следствием ее физико-механических свойств.

В июле 2015 г. вступило в силу Изменение №1 к СП 63.13330.2012, далее в январе 2018 г. введен в действие СП 295.1325800.2017, которые содержат требования по расчету и конструированию конструкций с композитной арматурой. В них представлены идентичные методики расчета прочности нормальных

сечений изгибаемых элементов. Далее будет рассматриваться один документ – СП 63.13330.2012. Помимо России в ряде зарубежных стран имеются документы по применению АКП в строительстве: США, Канада, ЕС, Япония. Существует два подхода к проверке прочности нормальных сечений – это Европейский и Североамериканский. Принципиальным отличием в описанных подходах являются способы применения коэффициентов надежности. В европейских нормах коэффициенты надежности, обеспечивающие запас несущей способности, применяются при определении расчетных характеристик материалов, далее рассчитывается несущая способность сечения элемента. Подход, реализованный в методике СП, влечет завышение величин граничной относительной высоты сжатой зоны ξ_R – критерий характеризующий вид разрушения элемента, из-за чего точность определения характера разрушения снижается. В Североамериканских нормах расчетные характеристики материалов определяются только с использованием коэффициента, учитывающего условия эксплуатации конструкции. То есть, величина расчетного сопротивления арматуры приближенно равна значению при разрушении, а запас несущей способности обеспечивается коэффициентом надежности ϕ.

Величина ξ_R отечественных норм выполняет роль ρ_{fb} зарубежных методик США – ACI 440.1R-06 и ЕС – fib Bulletin 40. Для анализа рассматриваемых методик определены величины сбалансированного коэффициента армирования ρ_{fb} для балок сечением 120х220 мм, армированных двумя стержнями стеклокомпозитной арматуры (далее АСК) диаметром 8 мм, при варьировании класса бетона (рис. 1).

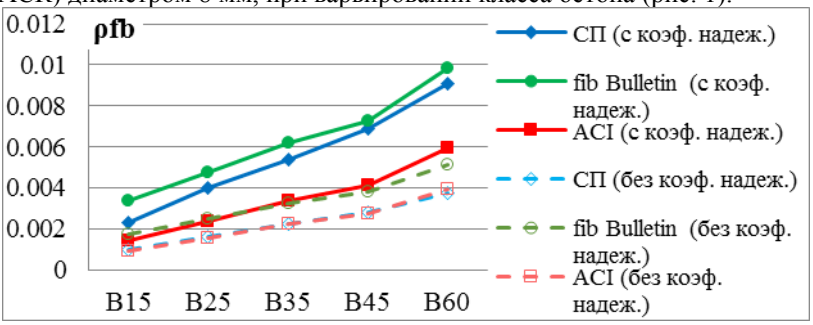


Рис. 1. Диаграммы изменения величин ρ_{fb}, вычисленных по СП, fib Bulletin и ACI в зависимости от класса бетона, с учетом и без учета коэффициентов надежности

Разница между величинами ρ_{fb}, определенными по методикам СП 63.13330.2012, fib Bulletin 40 и ACI 440.1R-06, в расчетах с учетом коэффициентов надежности, достигает 100 %, при этом данные по СП превышают ACI на 50-60 %. При расчетах без учета коэффициентов надежности результаты по методике СП и ACI достаточно близки, максимальная разница между ними 5,08 %. Следовательно, принцип использования коэффициентов надежности влияет на величину сбалансированного процента армирования.

Важной особенностью рассмотренных методик являются «высокие» коэффициенты надежности, используемые при определении расчетного сопротивления арматуры растяжению. При кратковременном действии нагрузки общий коэффициент надежности составляет от 0,39 до 0,60, при длительном – от 0,14 до 0,24. Таким образом, использование коэффициентов надежности приводит к существенному занижению величин расчетного сопротивления арматуры и, соответственно, значений воспринимаемых сечениями моментов.

Обоснованность использования представленных величин коэффициентов надежности можно оценить, определив теоретический коэффициент безопасности *C,* характеризующий отношение разрушающего усилия к теоретической несущей способности. В соответствии с ГОСТ 8829-94 для случая разрушения от разрыва арматуры, в зависимости от класса стальной арматуры, коэффициент безопасности *C* составляет 1,25-1,4. Для случая разрушения от дробления бетона в сжатой зоне – 1,6.

На рис. 2 изображены диаграммы изменения коэффициента безопасности *C* при различных величинах процента армирования для методик СП 63.13330.2012 и ACI 440.1R-06.

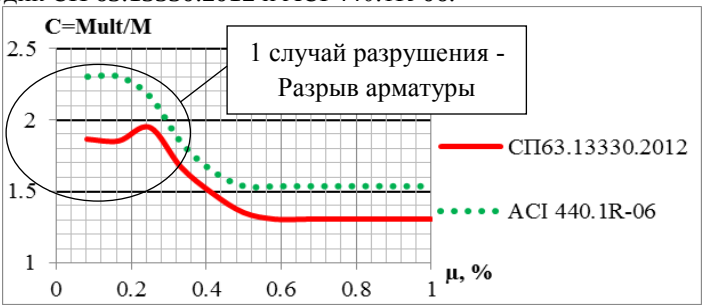


Рис. 2. Диаграммы изменения величины коэффициента безопасности C при различных величинах процента армирования изгибаемого элемента сечением 120x220(h) мм из бетона B35, с армированием АСК, для методик СП 63.13330.2012 и ACI 440.1R-06

Наибольший запас прочности дает методика ACI, применяющая соответствующие по величине коэффициенты надежности. В отличие от представленных в ГОСТ 8829-94 коэффициентов безопасности *C* в рассматриваемых методиках запас несущей способности при первом случае разрушения (разрыв арматуры), существенно выше чем при втором (разрушение сжатой зоны). Это является следствием использования показанных коэффициентов надежности. Изменения величины коэффициента безопасности *C* в методике СП при значениях процента армирования 0,22 % вызваны неточностью определения расчетного случая характера разрушения. Противоречие в том, что при определении разрушающих усилий предполагаемым характером разрушения являлся разрыв арматуры, а при определении несущей способности – разрушение бетона в сжатой зоне.

Таким образом, актуальными для исследования и совершенствования методики СП являются вопросы определения обоснованных величин коэффициентов надежности и корректировка принципов их использования.

В рамках исследования реализована программа экспериментальных исследований. Испытано 4 серии опытных образцов балок при кратковременном приложении нагрузок (рис. 3). Использовались стеклокомпозитная (АСК) и базальтокомпозитная (далее АБК) арматура.

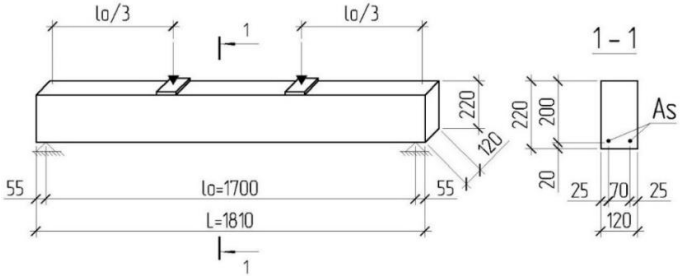


Рис. 3. Схема опирания и нагружения исследуемых балок

В табл. 1 представлены характеристики опытных балок серий 2-5. Для оценки точности, достоверности рассматриваемых методик в табл. 1 выполнено сравнение величин теоретических и экспериментальных разрушающих изгибающих моментов.

Зафиксированы следующие виды разрушения балок: 1 – разрыв арматуры; 2 – разрушение бетона в сжатой зоне; 3 – одновременно - разрыв арматуры и разрушение бетона в сжатой зоне; 4 – продергивание (проскальзывание) арматуры.

Таблица 1

Характеристики серий опытных образцов балок.
Сравнение величин экспериментальных и теоретических разрушающих усилий для образцов серий 2-5

№ серии	Класс бетона	Армирование балки			Разрушающие усилие Mult, кН·м			
		Количество и диаметр стержней, класс, величина преднапряжения	Расчетный диаметр, мм	Сопротивление растяжению $R_{f,n}$, МПа	СП	ACI	fib Bulletin 40	Эксперимент
2	B40	2 Ø10 АСК	8,6	1200	18,219	18,055	22,757	22,582
		2 Ø8 АСК	7	1200	15,294	15,171	14,77	18,88
		2 Ø6 АСК	5	1250	9,467	9,285	7,85	9,41
3	B35	2 Ø7 АБК	7	1000	13,182	14,075	12,313	16,451
		2 Ø5 АБК	5,3	1100	9,318	9,126	7,761	11,283
		2 Ø4 АБК	4	1200	5,88	5,697	4,823	5,95
4	B30	2 Ø10 АСК	8,6	1200	15,488	15,644	19,666	20,766
	B40				18,219	18,055	22,757	22,582
	B45				19,291	19,067	24,056	22,959
5	B15	2 Ø6 АСК, бsp=250 МПа	6,3	1280	7,999	9,097	-	11,731
		2 Ø6 АСК, бsp=400 МПа			7,999	9,895	-	11,452
	B20	2 Ø8 АСК, бsp=250 МПа	6,3	1200	11,556	13,141	-	19,216
		2 Ø8 АСК, бsp=400 МПа			11,556	14,407	-	17,973

Отклонения теоретических данных от опытных разрушающих усилий для рассмотренных методик представлены в табл. 2.

Таблица 2

Предельные отклонения теоретических разрушающих усилий от экспериментальных данных, %

№ серии (вид армирования)	СП 63.13330.2012	ACI 440.1R-06, ACI 440.4R-04	fib Bulletin 40
2, 3, 4 (АКП)	25,4	20,7	31,2
5 ($АСК_{sp}$)	39,9	31,6	-

Определенные отклонения теоретических данных от экспериментальных значений свидетельствуют о возможности и необходимости повышения точности методик расчета.

С учетом полученных данных внесены изменения в расчетные выражения методики СП 63.13330.2012 по прочности: в выражении по определению высоты сжатой зоны бетона при $\xi > \xi_R$ – коэффициент ω заменен на коэффициент β, величины которого определены в результате обработки опытных данных. При предварительном напряжении армирования принимается равным 1,5, без преднапряжения – 1,0. С учетом данного преобразования отклонения между теоретическими и опытными величинами предельного изгибающего момента снизились с 39,9 % до 18,3 %.

На рис. 4 показана блок-схема с внесенными изменениями в алгоритм методики СП 63.13330.2012 по определению несущей способности нормальных сечений изгибаемых элементов.

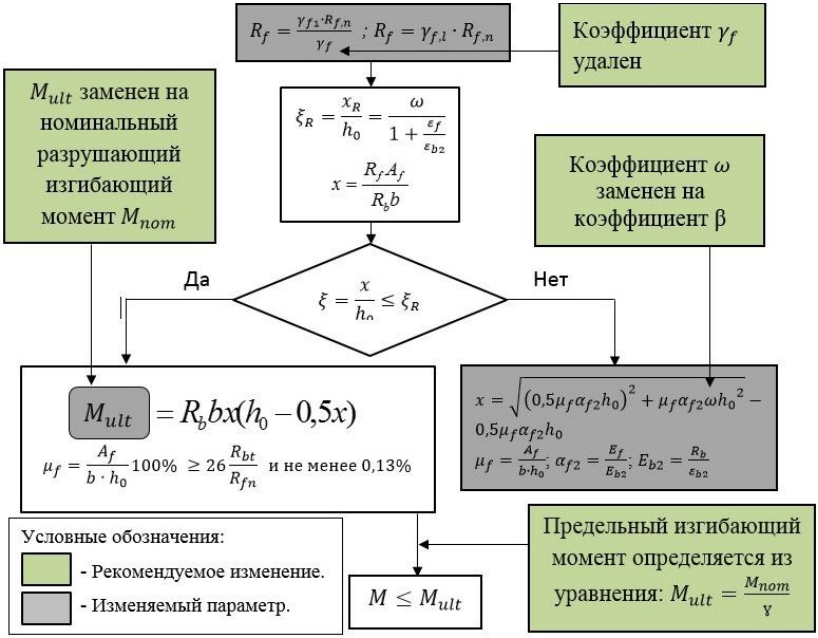


Рис. 4. Предлагаемые изменения методики СП по определению несущей способности нормальных сечений изгибаемых элементов

Изменена последовательность введения коэффициентов надежности. Коэффициент γ_f удален из уравнения по определению расчетного сопротивления арматуры растяжению. Предельный изгибающий момент M_{ult} заменен на номинальный разрушающий M_{nom}. Введено уравнение по определению предельного изгибающего

момента M_{ult}, с использованием коэффициента γ. Коэффициента γ – коэффициент надежности, учитывающий характер разрушения.

В зависимости от соотношения ξ и ξ_R определяется характер разрушения:

- при $\xi \leq \xi_R$ элемент разрушается от разрыва растянутой арматуры;
- при $\xi > \xi_R$ – разрушение бетона в сжатой зоне.

Так как зависимость «напряжения – деформации» АКП имеет линейную форму, площадка текучести отсутствует и разрушение элементов с АКП от разрыва арматуры имеет «хрупкий» характер. В связи с этим величины γ приняты с целью приведения коэффициентов безопасности C к величине 1,6. Коэффициент γ принимается в зависимости от соотношения ξ и ξ_R: при $\xi \leq \xi_R$ принимается равным 1,3; при $\xi > \xi_R$ для конструкций с предварительным напряжением арматуры γ принимается равным 1,3. Для элементов без преднапряжения арматуры - γ=1,25 при $\xi_R < \xi < 1{,}2\xi_R$ и γ=1,15 при $\xi > 1{,}2\xi_R$.

Данные изменения позволяют более точно и достоверно оценивать характер разрушения элементов, что подтверждается результатами экспериментов.

На рис. 5 приведено сравнение теоретических величин расчетных изгибающих моментов и опытных данных по прочности нормальных сечений балок серий 2-5 с целью определения, нормируемых ГОСТ 8829-94, значений коэффициента безопасности C. Отклонения полученных коэффициентов безопасности от принятого значения C=1,6 для рассмотренных методик составили: СП 63.13330.2012 – до 25,6 %; ACI 440.1R-06 – до 77,9 %; ISIS Canada – до 21,7 %; fib Bulletin 40 – до 29,4 %; усовершенствованная методика СП – до 10,6 %.

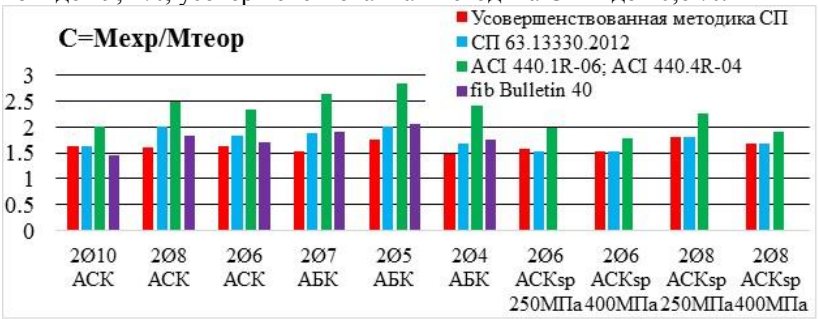


Рис. 5. Сопоставление величин коэффициента безопасности С для образцов серий 2-5

В результате выполненного исследования выявлены несовершенства расчетных подходов существующих методик

проектирования изгибаемых элементов с композитной арматурой. С учетом экспериментально полученных данных внесены изменения в методику СП 63.13330.2012 расчета нормальных к продольной оси сечений изгибаемых бетонных элементов, армированных АСК и АБК, по первой группе предельных состояний. В результате отклонение теоретических данных от опытных разрушающих изгибающих моментов снизилось с 39,9 % до 18,3 %. При этом максимальное отклонение от принятой автором величины коэффициента безопасности C=1,6 составляет 10,6 %.

Литература

1. Barris C., Torres Ll., Turon A., Baena M., Mias C. Experimental study of flexural behaviour of GFRP reinforced // Fourth International Conference on FRP Composites in Civil Engineering (CICE2008). – Zurich, Switzerland, 22-24 July 2008.

2. Pawłowskia D., Szumigałaa M. Flexural behaviour of full-scale basalt FRP RC beams – experimental and numerical studies // 7th Scientific-Technical Conference Material Problems in Civil Engineering (MATBUD'2015). Procedia Engineering 108. – 2015. – P. 518-525.

3. Urbanski M., Garbacz A., Lapko A. Investigation on concrete beams reinforced with basalt rebars as an effective alternative of conventional R/C structures // Proceedings of the 11th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques. Procedia Engineering 57. – 2013. – P. 1183-1191.

Ключевые слова: композитная полимерная арматура, прочность нормальных сечений, бетонные конструкции, изгибаемые элементы.

Keywords: fiber-reinforced polymer reinforcement, strength of normal sections, concrete structures, flexural members.

Антаков И. А. – ассистент
E-mail: igor788@bk.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Antakov I. A. – assistant
E-mail: igor788@bk.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering. The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Для цитирования:

Антаков И.А. Совершенствование методики расчета прочности нормальных сечений изгибаемых бетонных элементов с композитной полимерной арматурой» / И.А. Антаков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 119 - 127.

Citation:

Antakov I. A. Improving methods of calaulating strength of normal sections of flexural concrete elements with fiber-reinforced polymer reinforcement / I.A. Antakov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 119 - 127.

УДК 69.022.32

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ КРОНШТЕЙНОВ НАВЕСНЫХ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ

В.А. Бахмисов, В.Г. Андреев., И.А. Бахмисов, В.О. Тырлаков., С.О. Тырлаков
ООО «АРАТРИКА», г. Москва, Россия
* ООО «СК ЕвроСтрой», г. Москва, Россия

Аннотация

Приведен способ повышения надежности кронштейнов навесных фасадных систем для кирпичной кладки. Способ позволяет повысить надежность кронштейнов путем усиления сварного шва, увеличивает эксплуатационную надежность фасадов в целом. Получены патент на полезную модель, техническое свидетельство Министерства строительства РФ.

METHOD FOR INCREASING THE RELIABILITY VENTILATED FASADE SISTEMS FOR BRIKWORK

Abstract

There are ways of improving the reliability bracket mounted facade systems for masonry. The method allows to improve the reliability by strengthening bracket weld increases the operational reliability of the whole façade. Defended utility patent, technical certificate of the Russian Federation Ministry of Construction.

Настоящее сообщение касается способа повышения несущей способности и эксплуатационной надежности кронштейнов, применяемых при устройстве навесных фасадов (НФС) из клинкерного и облицовочного кирпича при устройстве и ремонте фасадов.

До недавнего времени на российском строительном рынке были представлены только элементы крепления из нержавеющей стали, производимые преимущественно европейскими производителями под брендами Halfen (Германия), Jordahl (Германия), HAS Metal (Турция).

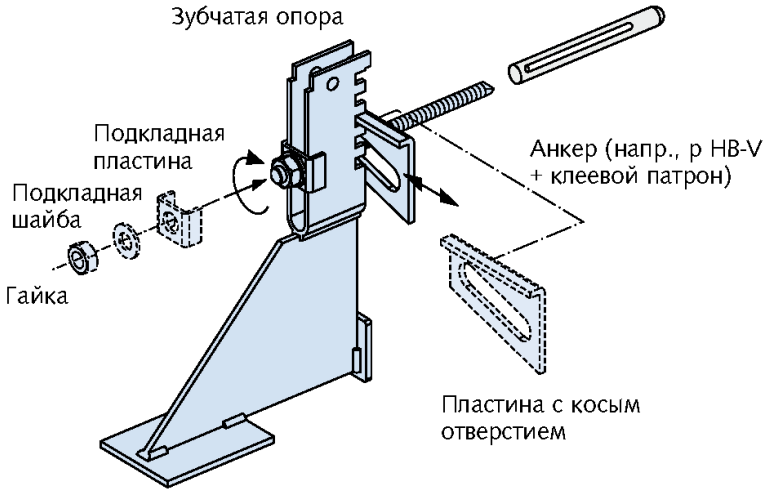


Рис.1. Конструкция кронштейна HK4 Halfen Gmbh (Германия).

В последнее время интерес к устройству облицовки зданий из кирпича значительно возрос и у отечественных производителей, о чем свидетельствует и публикация материалов на предыдущих конференциях [1], [2] и этой же теме посвящена настоящая статья.

При исследовании конструкций кронштейнов НФС упомянутых зарубежных производителей выявился существенный дефект, выражающийся в наличии места концентрации напряжений в месте приварки к консоли кронштейна узла регулирования по высоте. Стало очевидно, что наиболее нагруженным и слабым с точки зрения возникающих при нагрузках напряжений в металле оказывается начало шва приварки регулировочного узла (указано стрелкой на Рис. 2). Особенно отчетливо это видно на приводимом примере компьютерного моделирования (Рис. 2), где расчетное напряжение в указанной точке в 2 - 3 раза превышает напряжения в окружающей зоне.

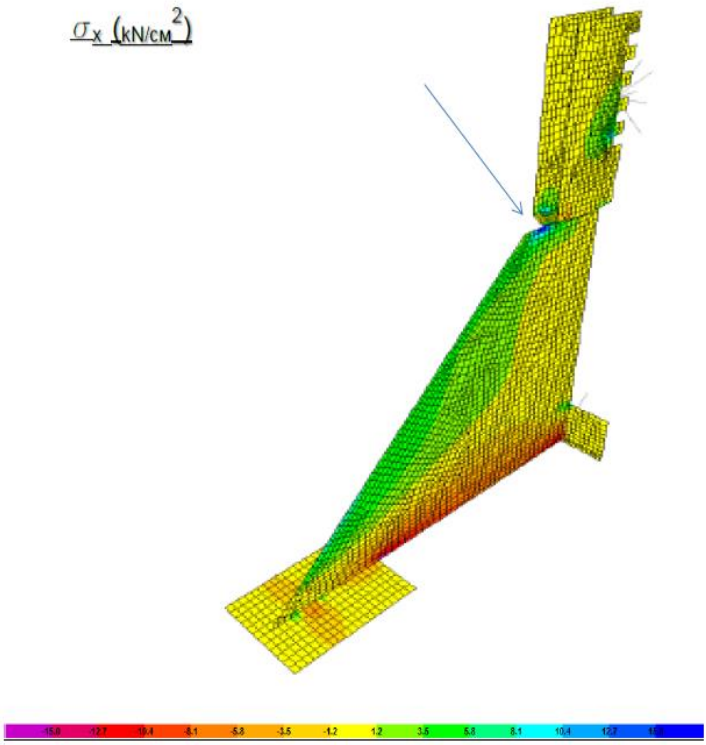


Рис. 2. Расчетная модель кронштейна. Места наибольших напряжений указаны стрелками.

В связи с высокими требованиями к эксплуатационным свойствам несущих конструкций, особенно работающих в весьма сложных условиях в зоне конденсации влаги, ограниченной вентиляции в слое наружного утепления, авторы предприняли задачу повышения надежности конструкции такого типа кронштейнов для тяжелых фасадов.

Поставленная задача достигнута за счет врезки в консоль (8) (Рис. 3) узла фиксирования (крепления) кронштейна к несущему основанию и регулирования расположения кронштейна по высоте (2). Данное решение позволяет перераспределить напряжения в зоне их концентрации.

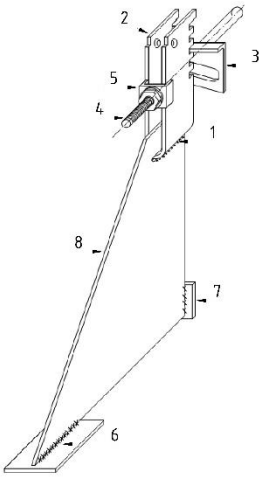


Рис. 3. Кронштейн «FASPROF» с врезкой узла фиксирования кронштейна (поз.1).

Таким образом, за счет перераспределения и снижения концентрации напряжений в месте сварного соединения консоли кронштейна и узла фиксирования (крепления) кронштейна к несущему основанию и регулирования расположения консоли кронштейна по высоте, достигается улучшение прочностных характеристик кронштейна и улучшение несущей способности навесной конструкции в целом.

Указанное обстоятельство представляется особенно важным в плане длительной работоспособности (долговечности) металлических конструкций в условиях, способствующих коррозии, когда возникновение локальных ослаблений может стать причиной аварии конструкции (фасада или его фрагмента).

Увеличение несущей способности кронштейна по приведенному способу подтверждено экспериментально, путем проведения испытаний на статическое нагружение на испытательном стенде (см. график на Рис. 4). На приведенное решение получены патент РФ на полезную модель, техническое свидетельство Минстроя РФ. Система

«FASPROF» на базе этого решения успешно внедрена (Рис. 5), в настоящее время ведется облицовка клинкерным кирпичом на объекте общей площадью фасадов более 35 тыс. м².

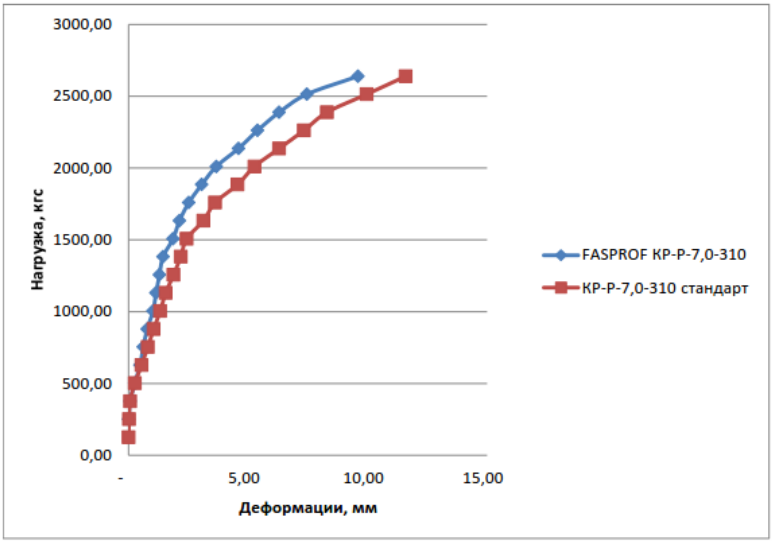


Рис. 4. График нагружения усиленного («FASPROF») и стандартного образцов кронштейнов из нержавеющей стали. Расчетная нагрузка – 714кгс (7,0кН).

Как видно из графика, увеличение несущей способности в области упругих деформаций составило в среднем 1,35 раза по отношению к стандартным образцам. Авторами отмечается также, что в области перегрузок, превышающих расчетное напряжение (в области упруго-пластических деформаций), эффект от применения врезки узла в консоль увеличивается до 150% по отношению к стандарту в зависимости от вылета кронштейна при практически равной массе. Преимущественно этот эффект объясняется накоплением остаточных деформаций в локальной области сопряжения консоли и U-образной пластины, за счет вытягивания U-образной пластины в варианте без усиления. Несущая способность по предельно допустимым деформациям составили: для FASPROF КР-Р-7,0-310 – 2065,45кгс или 240% от расчетной нагрузки, для стандартного КР-Р-7,0-310 – 1759 кгс или 205% от расчетной нагрузки.

Несмотря на кажущееся существенное превышение фактической несущей способности над расчетной (запас прочности) вполне

оправдано ввиду необходимой долговечности тяжелых фасадов и, как следствие, объекта в целом.

Рис. 5. ЖК «ЗИЛАРТ». Облицовка клинкерным кирпичом на НФС «FASPROF». г. Москва, Автозаводская ул., вл.23.

Литература:

1. Шмелев Г.Н. Исследование несущей способности тяжелых вентилируемых фасадных систем /Г.Н. Шмелев, В.П. Крупин, А.М. Валеева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции НАСКР-2014. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары, 2014.- С.257-262.

2. Бахмисов В.А. Способ повышения надежности кронштейнов навесных вентилируемых фасадных систем для кирпичной кладки / В.А. Бахмисов, В.Г. Андреев, И.А. Бахмисов, В.О. Тырлаков, С.О. Тырлаков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР-2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары, 2016.- С.73-79.

Ключевые слова: навесная фасадная система «FASPROF», кронштейны для кирпичной кладки, прочность и деформативность

кронштейнов НФС, запас прочности и повышение надежности кронштейнов.

Keywords: ventilated facade systems «FASPROF» for brickwork, brickwork support system, strength and deformability of brackets, margin of safety and reliability of the brackets.

Бахмисов Владимир Андреевич, ведущий инженер ООО «АРАТРИКА». Россия, 109542, г.Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1. +79067170258, E-mail: aratrika@yandex.ru

Андреев Владимир Гурьевич, генеральный директор ООО «СК ЕвроСтрой». Россия, 109542, г. Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1. E-mail: sk-evrost@yandex.ru, www.skevrostroy.ru

Бахмисов Иван Андреевич, технический специалист ООО «АРАТРИКА». Россия, 109542, г. Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1. E-mail: aratrika@yandex.ru

Тырлаков Владимир Олегович, ведущий инженер ООО «АРАТРИКА». Россия, 109542, г. Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1., E-mail: aratrika@yandex.ru

Тырлаков Сергей Олегович, ведущий инженер ООО «АРАТРИКА». Россия, 109542, г.Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1., E-mail: aratrika@yandex.ru

Bakhmisov Vladimir Andreevich, chief engineer, LLC «ARATRIKA», Russia, 109542, Moscow, Ryazansky prospekt, 86 / 1, p.1., +79067170258, E-mail: aratrika@yandex.ru.

Andreev Vladimir Guryevich, General Director, LLC «SK Eurostroy», Russia, 109542, Moscow, Ryazansky prospekt, 86 / 1, p.1. E-mail: sk-evrost@yandex.ru, www.skevrostroy.ru

Bakhmisov Ivan Andreevich, technical specialist, LLC «ARATRIKA», Russia, 109542, Moscow, Ryazansky prospekt, 86 / 1, p.1. E-mail: aratrika@yandex.ru.

Tyrlakov Vladimir Olegovich, chief engineer, LLC «ARATRIKA», Russia, 109542, Moscow, Ryazansky prospekt, 86 / 1, p.1., E-mail: aratrika@yandex.ru.

Tyrlakov Sergey Olegovich, chief engineer, LLC «ARATRIKA», Russia, 109542, Moscow, Ryazansky prospekt, 86 / 1, p.1., E-mail: aratrika@yandex.ru.

Для цитирования:

Бахмисов В.А. Способ повышения надежности кронштейнов навесных вентилируемых фасадных систем для кирпичной кладки / В.А. Бахмисов, В.Г. Андреев, И.А. Бахмисов, В.О Тырлаков, С.О. Тырлаков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 128 - 135.

Citation:

Bakhmisov V.A. Method for increasing the reliability ventilated fasade sistems for brickwork / V.A. Bakhmisov, V.G. Andreev, I.A. Bakhmisov, V.O Tyrlakov, S.O. Tyrlakov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 128 - 135.

УДК 624.042.41

РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ НАВЕСОВ НА ВЕТРОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ С УЧЕТОМ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

И.А. Галимуллин, Г.Н.Шмелев
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, Россия

Аннотация

Определение действительных ветровых нагрузок на трибуны с навесом является важной задачей ввиду отсутствия соответствующих схем в СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». В связи с этим выполнено численное исследование аэродинамики этих конструкций в программном комплексе ANSYS Fluent для анализа течений жидкостей и газов. В статье представлено сравнение результатов со схемами ветрового давления для навесов из СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» и Еврокод «Ветровые воздействия».

STRUCTURAL ANALYSIS OF CANOPIES FOR WIND IMPACT TAKING INTO ACCOUNT THE TERRAIN

Abstract

Determination of the actual wind loads on the stands with a canopy is an important task due to the lack of appropriate schemes in the SP 20.13330.2016 "Loads and effects". In this regard, a numerical study of the aerodynamics of these structures was made in the software package ANSYS Fluent for the analysis of flows of liquids and gases. The article presents a comparison of the results with the schemes of wind pressure for awnings from SP 20.13330.2016 "Loads and effects" and Eurocode "Wind effects".

Цель работы – численное исследование аэродинамики навесов с трибунами в программном комплексе ANSYS Fluent для анализа течений жидкостей и газов, а также анализ полученных результатов и сравнение их с нормативными документами.

В этой статье представлено сравнение результатов со схемами ветрового давления для навесов из СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» и Еврокод 1. «Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия».

В настоящее время трибуны с навесом широко применяются в качестве временных зрелищных сооружений. Так как ветер для них является одной из основных нагрузок, именно действительные

ветровые нагрузки на трибуны с навесом являются предметом исследования [1].

Из программ вычислительной гидрогазодинамики для выполнения необходимых расчетов был выбран комплекс ANSYS Fluent, во многом за счет возможности точного моделирования ветровых воздействий и наглядности процесса численного моделирования [2], [3].

В качестве объекта-прототипа было взято временное сооружение, установленное специально для проведения соревнований по «Хай дайвингу» в рамках XVI Чемпионата мира по водным видам спорта 2015 года. Конструкция трибун с навесами располагалась на берегу реки Казанка для размещения зрителей.

Расчеты были проведены по четырем основным схемам, различающимися направлением ветра, а также наличием или отсутствием «стенки» между основной частью трибуны и навесом.

Схема 1 – ветер набегает спереди трибуны, стенка отсутствует.

Схема 2 – ветер набегает спереди трибуны, стенка присутствует.

Схема 3 – ветер набегает сзади трибуны, стенка отсутствует.

Схема 4 – ветер набегает сзади трибуны, стенка присутствует.

С1 и С2 – аэродинамические коэффициенты ветрового давления на навес (см. рис. 1.)

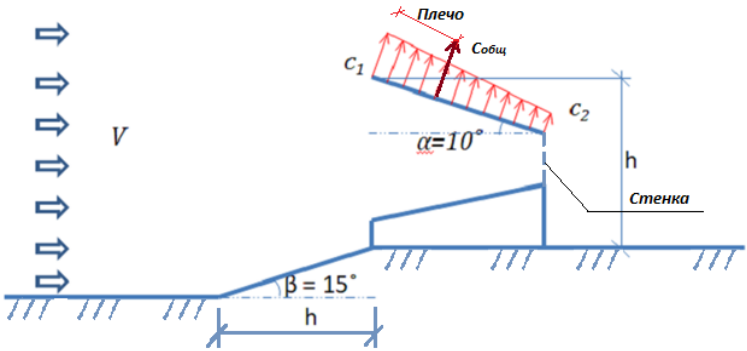


Рис. 1. Расчетная модель трибуны

Изменяемых параметров в расчетной модели трибуны всего три – угол наклона навеса (α) – базовое значение – 10°, угол наклона склона (β) – базовое значение 15°, длина горизонтальной проекции склона h – базовое значение – 1h, то есть равное высоте трибуны с навесом.

В качестве результата расчета в программном комплексе ANSYS Fluent можно получить расчетную модель с реалистичным

криволинейным распределением ветрового давления на навес. Для удобства использования в дальнейших вычислениях распределение ветрового давления приведено к прямоугольной трапеции из условия равенства модуля и плеча приведенной силы.

Собщ или Cf – среднее значение коэффициента распределенной нагрузки в таком случае будет равно для расчетной и приведенной моделей.

Обзор нормативной литературы показал, что СП «Нагрузки и воздействия» [4] предоставляют нам схемы зданий, открытых с одной стороны, а также полностью открытых навесов. В то же время Еврокод 1. «Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия» [5] рассматривает отдельно стоящие навесы с заграждением, где φ - степень заграждения. Для сравнения результатов численного моделирования с нормативной литературой были взяты средние, наиболее приближенные к нашим моделям, данные из каждого из источников.

В ходе расчетов для расчетных схем без препятствия использовались значения угла наклона навеса (α) - 10, 20 и 30 градусов, значения угла наклона склона (β) – 0, 15, 30, 45 градусов, значения длины склона (h) – h, 10h и 20h.

При анализе результатов было отмечено, что при увеличении угла α начинают увеличиваться и значения C1 и C2, при увеличении же угла β значения C1 и C2 уменьшаются. Для расчетной схемы 4, из-за расположения ветрового потока сзади трибуны и наличия стенки, значения Cf крайне маленькие, сравнительно с тремя остальными схемами.

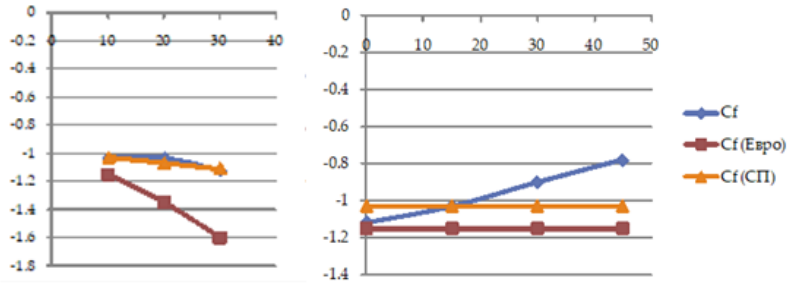


Рис. 2. Графики сравнения результатов по расчетной схеме 1 для изменения угла наклона навеса (слева) и угла наклона склона (справа)

Для каждого из рассмотренных случаев были вычислены средние значения Cf, построены графики для возможности наглядного сравнения с нормативными документами. Для изменения угла α значения СП «Нагрузки и воздействия» практически совпадают с расчетными. При нулевом угле наклоне склона β расчетное значение по модулю больше, чем значение в СП «Нагрузки и воздействия». Это единственный подобный случай во всех проведенных расчетах (см. рис. 2.). В случае схемы 3 в ряде случаев расчетные значения аэродинамических коэффициентов больше, чем в Еврокод 1. «Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия».

Выводы

Проведено сравнение результатов численного исследования распределения ветрового давления на трибуну с навесом в зависимости от: угла наклона навеса, угла наклона и длины склона, со значениями, указанными в нормативных документах. Изменение ландшафта и угла наклона навеса оказывает влияние на распределение ветрового давления, но полученные результаты меньше значений, указанных в СП «Нагрузки и воздействия». Установлено, что при ветровом воздействии сзади трибуны с навесом нагрузки больше, когда трибуна открыта, тогда как при ветровом воздействии спереди трибуны с навесом нагрузки в некоторых случаях могут быть больше, когда трибуна закрыта. Это необходимо учитывать при монтаже и демонтаже конструкции.

Литература

1. Гордеев В.Н., Лантух-Лященко А.И., Пашинский В.А., Перельмутер А.В., Пичугин С.Ф. // Нагрузки и воздействия на здания и сооружения. – М., ИАСВ, 2007. – 482 с.

2. ANSYS 8.0: обзор новых возможностей // графика №1Г2003 – 5 с.

3. Дубинский С.И. ANSYS и ANSYS/CivilFEM в строительстве. // САПР и графика. № 12, 2004. – 6-7 с.

4. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*// Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2016.

5. Строительные нормы Беларуси. ТКП EN 1991-1-4-2009 (02250 и национальное приложение. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия, // Минск, 2008.

Ключевые слова: временные сооружения, ветровое воздействие, рельеф местности, трибуна с навесом, гидрогазодинамика, ветровое давление, аэродинамический коэффициент, коэффициент распределенной нагрузки.

Keywords: temporary structures, wind effects, terrain, stands with canopies, fluid dynamics, wind pressure, aerodynamic coefficient, the coefficient of distributed load.

Шмелев Г.Н. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: shmelev@kgasu.ru
Галимуллин И.А. – студент (магистратура)
E-mail: alchimik96@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный енивеpситет, Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Shmelev G.N. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
E-mail: shmelev@kgasu.ru
Galimullin I.A. - student (magistracy)
E-mail: alchimik96@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering. The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Для цитирования:
Галимуллин И.А. Расчет конструкций навесов на ветровое воздействие с учетом рельефа местности / И.А. Галимуллин, Г.Н. Шмелев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 136 - 140.

Citation:
Galimullin I.A. Structural analysis of canopies for wind impact taking into account the terrain / I.A. Galimullin, G.N. Shmelev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 136 - 140.

УДК 624.011.1.04

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЩАТЫХ АРОК С УЗЛАМИ НА КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Л.А. Еропов
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Аннотация

В статье приведены конструкции разработанных дощатых арок с узлами на клеевых соединениях. Указаны достоинства арок, даны рекомендации по определению размеров элементов и арок в целом. Приведены результаты исследований арок при испытании натурных конструкций кратковременной и длительной нагрузкой. Даны основные выводы по результатам исследований.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE DEBTED ARKS WITH UZLAMI ON ADHESIVE COMPOUNDS

Abstract

The article presents the design of the developed Board arches with nodes on the adhesive joints. Advantages of arches are specified, recommendations on determination of the sizes of elements and arches in General are given. Given the results of studies of the arches when testing full-scale structures short and long term loading. The main conclusions based on the research results are given.

Конструкции каркасов производственных сельскохозяйственных зданий, возводимые в центральной части России, могут быть изготовлены с применением легких дощатых деревянных конструкций, таких как арки, рамы, фермы. Дощатые конструкции имеют ряд достоинств - незначительный вес, выполняются из небольших по длине материалов, монтируются с помощью малых подъемных механизмов или вручную. По этим причинам являются эффективными. Во Владимирском государственном университете разрабатываются конструкции дощатых арок.

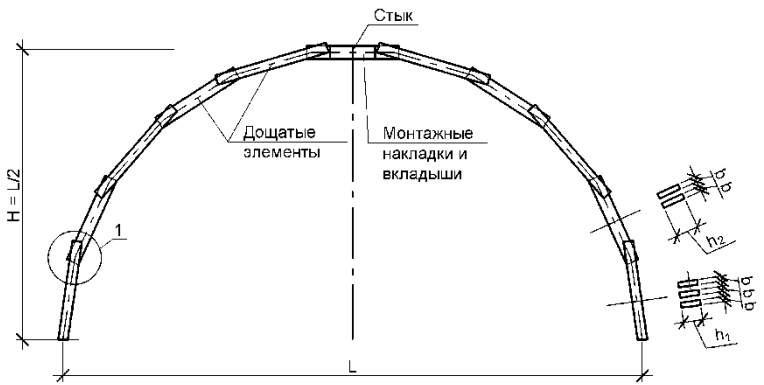
Арки рекомендуется изготавливать из небольших дощатых элементов с узлами на клеевых соединениях по боковым плоскостям, а также на вклеенных арматурных сетках [1, 2, 3]. В заводских условиях можно производить отправочные марки – полуарки, а в построечных условиях – соединять их в целую конструкцию монтажными стыками в середине пролета. Эти стыки выполняют с помощью коротких

дощатых вкладышей и накладок с гвоздевыми или болтовыми соединениями. В качестве дощатых элементов должны быть использованы пиломатериалы хвойных пород древесины 1 и 2-го сорта толщиной 20 – 60 мм, шириной 50 – 200 мм, длиной 1,5 – 3 м. В конструкции их размещают в одну, две или три ветви. Арки принимаются кругового или ломанного очертания (рис. 1). При изготовлении дощатых арок должен решаться вопрос безотходности использования древесины при распиловке досок традиционной длины 4,5 и 6 м. Рациональная распиловка досок с образованием равнопрочных разноразмерных элементов арок позволит значительно снизить расход древесины в конструкции (см. рис. 1), что очень важно в строительстве зданий.

Для склеивания по боковым плоскостям доски должны быть предварительно остроганы под 6 класс обработки поверхностей. Склеивание выполняют на фенольных, фенольно-резорциновых, полиуретановых и эпоксидных клеях. Запрессовочное давление на клеевые соединения в узлах создается с помощью сплачивания досок стандартными или укороченными гвоздями диаметром 2 – 5 мм.

Расчетные схемы арок принимались как статически определимые трехшарнирные арочные системы, загруженные равномерно распределенной и/или треугольной нагрузкой. Усилия, определенные по расчетной схеме арки, следует уточнять коэффициентами на податливость узловых соединений [1].

а)



б)

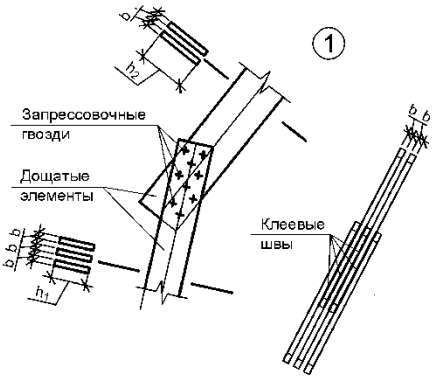


Рис. 1. Конструкции арок с узлами на клеевых соединениях:
а – общий вид; б – узловое соединение

Конструктивный расчет элементов арок проводится в соответствии с требованиями СНиП II-25-80* по первой группе предельных состояний как сжатоизгибаемых элементов, а узловые соединения - согласно ранее разработанной методике расчета [1], заключающийся в нахождении возможных наибольших касательных напряжений в клеевых швах и ограничения их расчетными сопротивлениями.

Для изучения работы арок в лабораторных условиях были изготовлены и испытаны их конструкции пролетом 9 м кратковременной и длительной нагрузкой. Арки состояли из двух полуарок, соединенные в середине пролета монтажными стыками. Ось арок была принята в виде ломаной линии вписанной в полукруг. Прямолинейные элементы были двух- и трехветвевыми длиной по 2,1 – 2,4 м (рис. 2).

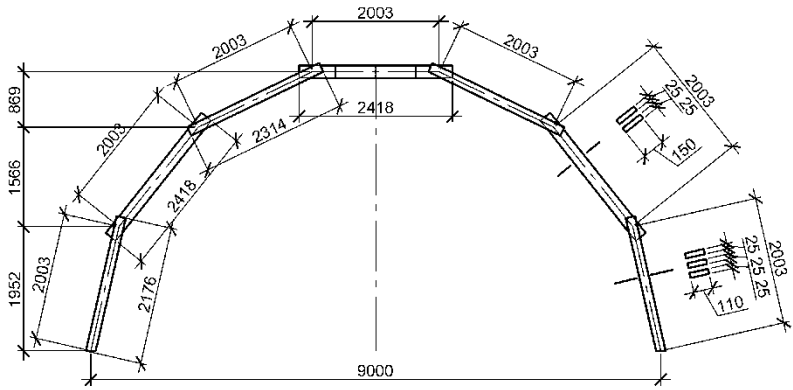


Рис. 2. Конструкция арки

Арки были рассчитаны на расчетную равномерно распределенную нагрузку 1,5 кН/м. Из проведенных расчетов поперечные сечения элементов арок составили: двухветвевых – 2х150х25 мм; трехветвевых – 3х110х25 мм (см. рис. 2).

Арки были изготовлены из досок сосны II сорта, влажностью 14 %. В узлах доски были соединены эпоксидно-цементным клеем с запрессовкой гвоздями диаметром 3 мм, длиной 75 мм - укороченными по отношению к стандартным по ГОСТ 4028-63.

Арки были испытаны в вертикальном положении с опиранием на жесткие опоры и при нагружении сосредоточенными силами, создаваемыми весом подвешенных на арки платформ с грузами. Сосредоточенные силы принимались эквивалентными расчетной распределенной нагрузке. Для обеспечения устойчивости арок при испытании арки были раскреплены в горизонтальной плоскости жестко защемленными в силовом полу вертикальными стойками. Схема испытания арок приведена на рис. 3.

Для определения прочности наиболее нагруженных элементов и деформативности всей конструкции на арку ставили измерительные приборы. Измерение прогибов проводилось с помощью прогибомеров Аистова, а осадки опор замеряли с помощью индикаторов часового типа. Напряжения в крайних волокнах элементов определяли с помощью тензометров Аистова, а величина напряжений по ширине сечения элементов арок - с помощью тензорезисторов и тензометрической аппаратурой.

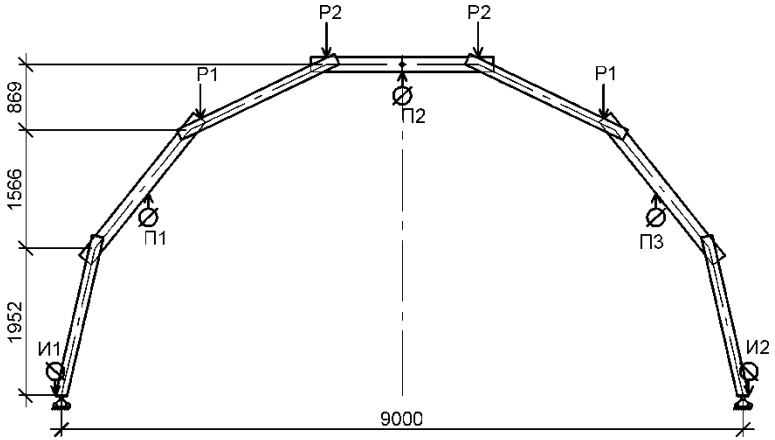


Рис. 3. Схема испытания арки: И1, И2 – индикаторы часового типа; П1, П2, П3 – прогибомеры Аистова

Нагружение арок проводилось ступенями с укладкой металлических грузов на платформы, подвешенными к узлам арки согласно схеме испытания (см. рис. 3). Нагрузка на каждой ступени при кратковременных испытаниях увеличивалась 1/9 часть от разрушающей.

Испытания арок кратковременной нагрузкой проводились до разрушения. При расчетной нагрузке максимальные напряжения в элементах арки были меньше значений расчетных сопротивлений древесины на сжатие. Максимальные прогибы (в середине пролета) при нормативной нагрузке составили 1/550 часть длины пролета, при допустимых значениях равных 1/200 часть длины пролета (рис. 4).

Разрушение конструкций кратковременной нагрузкой было хрупким и происходило от разрыва волокон изгибаемых элементов рядом с узловыми соединениями. Коэффициент надежности по нагрузке при испытании составил 2,23, что больше требуемого.

Испытания арок длительной нагрузкой в течение 2 месяцев показали рост вертикальных перемещений в первые 10 суток с последующим затуханием этого роста. Общее приращение перемещений составило 14 %.

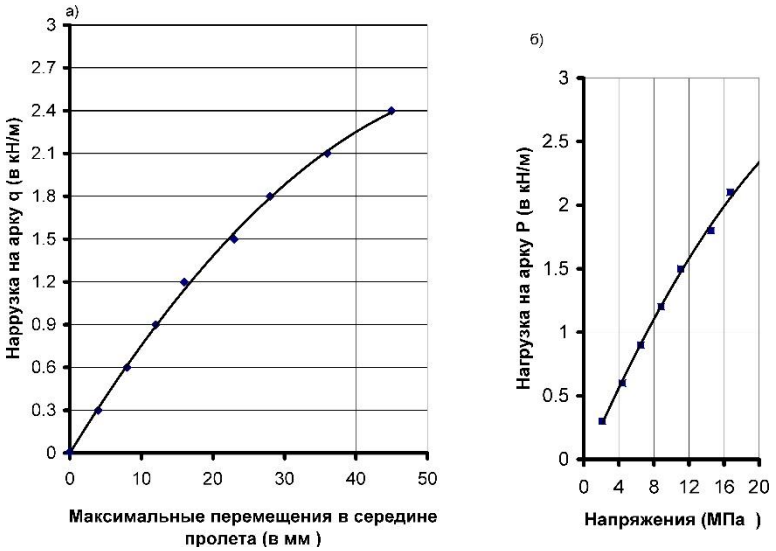


Рис. 4. Диаграммы прогибов и напряжений: а - прогибов в середине пролета арки; б – максимальных напряжений в элементах ветвей

Проведенные исследования показали, что несущие дощатые арки с узлами на клеевых соединениях могут быть применимы для каркасов зданий пролетами 6 - 16 м.

Литература

1. Еропов Л.А., Щуко В.Ю. Расчет узлов на клеевых соединениях, применяемых в дощатых фермах покрытий // Промышленное и гражданское строительство. 2005, №4, С. 29-30.

2. Свидетельство на изобретение № 1742435 Госкомизобретений СССР. Узел соединения дощатых элементов / Еропов Л.А., Каххаров Э.Т. (СССР). Зарегистрировано в Гос. реестре изобретений СССР 27.02.1992.

3. Еропов Л.А., Еропов О.Л. Проектирование покрытий сельскохозяйственных зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2007, №4, С. 55-56.

Ключевые слова: арки, дощатые, узлы, каркас, расчет, прочность, прогибы.

Keywords: arches, wooden, knots, skeleton, calculation, strength, deflections.

Еропов Лев Алексеевич - кандидат технических наук по специальности 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения», доцент, доцент кафедры «Архитектура» Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, тел. (4922) 47-99-32 (преподавательская). e-mail: polikrovly@mail.ru

Yeropov Lev Alekseevich - candidate of technical Sciences, specialty 05.23.01 "Building constructions, buildings and structures", the Professor, Associate Professor of the Department “Architecture” Vladimir State University named after Alexander G. and Nicholas G. Stretovych, 600000, Vladimir, street bitter, 87, phone. (4922) 47-99-32 (teaching). e-mail: polikrovly@mail.ru

Для цитирования:

Еропов Л.А. Разработка и исследование дощатых арок с узлами на клеевых соединениях / Л.А. Еропов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 141 - 147.

Citation:

Yeropov L.A. Development and research of the debted arks with uzlami on adhesive compounds/ L.A. Yeropov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 141 - 147.

УДК 539.3

ВЛИЯНИЕ НЕСОВЕРШЕНСТВ ГЕОМЕТРИИ ТОНКОСТЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК, ЗАПОЛНЕННЫХ СЫПУЧИМ МАТЕРИАЛОМ, НА ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ИЗГИБЕ

М.В. Петров, Т.Г. Федорова, Б.В. Михайлов, Е.Г. Гоник,
Н.Г. Пфаненштиль*
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия
* Казанский филиал Российского государственного университета правосудия, г. Казань, Россия

Аннотация

Приводится анализ влияния на устойчивость несовершенств геометрии тонкостенных цилиндрических оболочек, заполненных сыпучим материалом, при изгибе. При изгибе тонкостенных цилиндрических оболочек в результате деформаций происходит изменение формы и размеров поперечных сечений. В результате экспериментов получено, что у тонкостенных оболочек, заполненных сыпучим материалом при изгибе, уменьшается формоизменение поперечных сечений и увеличивается предельная нагрузка

THE INFLUENCE OF IMPERFECTIONS OF THE GEOMETRY OF THIN-WALLED CYLINDRICAL SHELLS FILLED WITH BULK MATERIAL, THEIR FLEXURAL BUCKLING

Abstract

The analysis of the influence on the stability of the geometry imperfections of thin-walled cylindrical shells filled with bulk material in bending is presented. When bending thin-walled cylindrical shells as a result of deformation changes in the shape and size of the cross sections. As a result of the experiments, it was found that the thin-walled shells filled with bulk material in bending, reduced the shape of the cross sections and increases the load limit.

Исследования устойчивости тонкостенных оболочек выполнялись в связи с практической необходимостью – это расчеты трубопроводов, транспортных систем, авиационных конструкций и др. Теоретические и экспериментальные исследования устойчивости тонкостенных оболочек выполнены в работах [1 - 16].

Большое число экспериментов изложено в работах [3, 5, 7, 9, 11, 12]. Эксперименты в основном выполнялись на консольно

закрепленных тонкостенных образцах, нагружаемых на концах поперечной силой. Образцы теряли устойчивость в упругости. После потери устойчивости начинались упругопластические деформации с образованием различных вмятин. Результаты экспериментов использовались для установления правильности теоретических исследований. Численные исследования нелинейного деформирования и потери устойчивости изложены в работах [1, 4, 6, 8, 9, 13]. Значительно отличались результаты теоретических исследований от результатов экспериментов (до 10 раз и более). С развитием математического моделирования, численных методов и программных средств возникли новые возможности решения задач устойчивости упругопластических оболочек с геометрическими несовершенствами в виде вмятин, разностенности, неоднородности материала и другие несовершенства, которые существенно влияют на картину волнообразования и критическую нагрузку.

Мало изучены потеря устойчивости и закритическое упругопластическое деформирование оболочек при взаимодействии их с различными заполнителями [11, 12, 17]. Стоит отметить, что рассматриваемая тема является весьма актуальной.

Целью данной работы является изучение влияния геометрических несовершенств тонкостенных оболочек, заполненных сыпучим материалом, на их устойчивость при изгибе.

В изготавливаемых в промышленности тонкостенных оболочечных изделиях одновременно возникает комплекс различных геометрических несовершенств. Невозможно изготавливать идеальные цилиндрические тонкостенные оболочки. В работе [18] описаны возможные несовершенства и составлена классификация несовершенств. Влияние различных факторов на несущую способность оболочек необходимо изучать естественно на основе корректно выполненных экспериментов.

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

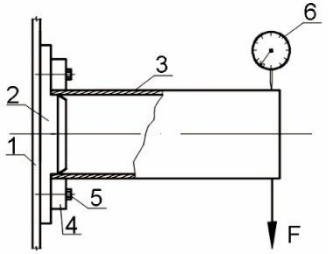


Рисунок 1. Экспериментальная установка.

Экспериментальная установка состояла из образца (3), оправки (2), жесткой стальной стенки (1), двух разъемных полуколец (4), четырех болтов (5), жесткого диска на свободном торце, индикатора часового типа (6), нагружающего устройства с гирями F. Металлическая оправка (2) вытачивалась на токарном станке с наружным диаметром, равным внутреннему диаметру образца и приваривалась к стенке (1). Образец (3) одни концом плотно насаживался на оправку (2) и обжимался двумя полукольцами (4). Полукольца после этого болтами (5) крепились к стенке (1). Во внутрь свободного конца образца (3) плотно вставлялся жесткий диск. Индикатором часового типа (6) измерялось вертикальное перемещение нагружаемого торца образца. Шаг нагрузки F равнялся 10 Н, при приближении к критической нагрузке шаг изменялся через 1 Н. Результаты измерений размеров образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Серия испытаний	Радиус R, мм	Толщина стенки h, мм	Длина L, мм	h/R	L/R
1	32,80	0,10	135,0	0,0030	4,12
2	32,80	0,10	270,0	0,0030	8,24
3	41,65	0,12	165,0	0,0029	3,96
4	41,20	0,42	171,0	0,0100	4,15

Образцы серий № 1-3 изготавливались глубокой вытяжкой из алюминиевого сплава 3004 в состоянии Н19. Образцы серии № 4 изготавливались точением на токарном станке из трубы из алюминиевого сплава Д16Т. Точение производилось за одну установку по наружной и внутренней стенками. Перед испытанием образцы отбирались, измерялись, выявлялись имеющиеся несовершенства. Вмятины на поверхности образцов обнаруживались по искажению световых полос. Влияние вмятин на устойчивость сказывается в сжатой зоне образца, в растянутой части образца вмятины существенного значения не имеют.

Вмятины глубиной более $0{,}1 \cdot h$ не допускались. Разнотолщинность допускалась в пределах $0{,}01h$. Овальность образцов определялась измерением наружного диаметра по четырем направлениям через 45^0. Образцы, имеющие наружный диаметр за пределами допуска $0{,}03D$ к испытаниям не допускались. Измерения выполнялись электронным штангенциркулем типа ШЦЦ-1. Образцы первой серии имели диаметр $D = 65{,}6 \pm 0{,}01мм$, толщину $h = 0{,}1 \pm 0{,}01мм$.

Испытания выполнялись для пустых и заполненных на 90 % объема железным порошком ПЖ-5 образцах, по 10 образцов каждой серии. На рис. 2 показаны зависимости перемещения *y* от поперечной нагрузки *F* для пустых образцов длиной $L = 135{,}0 мм$. На рис. 2 штрих-пунктирной линией показан численный расчет [11] для первой серии образцов.

На рис. 3 показаны зависимости перемещения *y* от поперечной нагрузки *F* для заполненных образцов, штрих-пунктирной линией показан численный расчет [11]. На графиках указаны номера образцов.

Относительная погрешность измерений критической силы с надежностью 0,95 равняется для пустых образцов 6 %, для заполненных образцов 4,2 %.

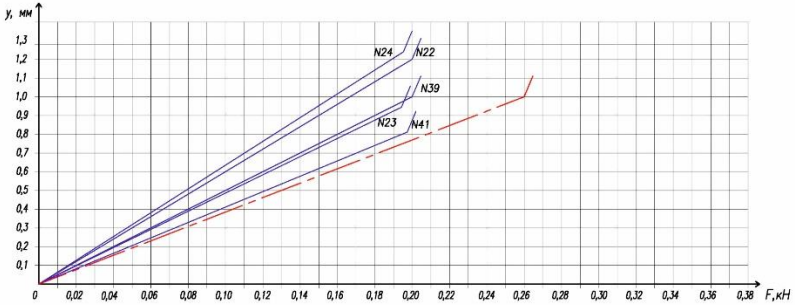


Рисунок 2. Зависимость перемещений конца образцов от поперечной нагрузки для пустых образцов

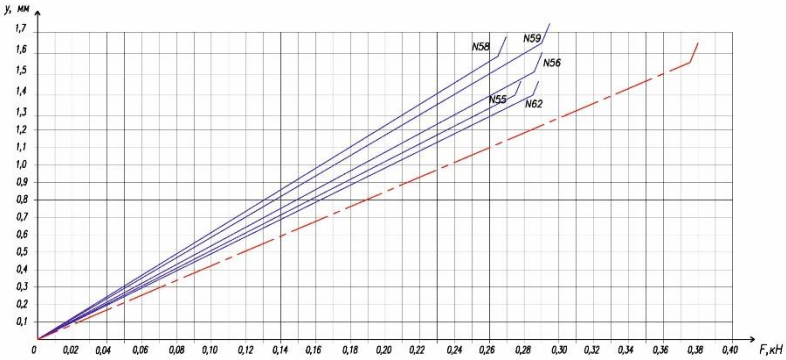


Рисунок 3. Зависимость перемещений конца образцов от поперечной нагрузки для заполненных образцов (штрихпунктирная линия – численный расчет, № образца)

Получены линейные зависимости $y = f(F)$, устойчивость терялась в упругости.

Разброс критических сил для заполненных образцов меньше чем для пустых образцов. Влияние на устойчивость геометрических несовершенств в заполненных сыпучим материалом образцах меньше. В процессе нагружения изменяется цилиндрическая форма образца. Поперечное сечение образца принимает каплевидную форму. Чем больше искажается форма поперечного сечения, тем меньше значение критической силы, поэтому происходит большой разброс значений в экспериментах.

Для первой серии образцов перед потерей устойчивости увеличение диаметра в вертикальном направлении для пустых образцов равнялось 0,5÷0,63 мм, уменьшение диаметра в горизонтальном направлении равнялось 0,3÷0,45 мм.

Для заполненных сыпучим материалом ПЖ-5 образцов увеличение диаметра в вертикальном направлении равнялось 0,4÷0,45 мм, уменьшение диаметра в горизонтальном направлении равнялось 0,22÷0,25 мм. У заполненных железным порошком образцов происходит меньшее искажение формы поперечного сечения. Подобные изменения формы поперечного сечения происходило на всех образцах.

Результаты численных расчетов по прогибам совпадают с экспериментальными значениями, а критическая нагрузка значительно больше экспериментальных значений.

В численных расчетах принимается оболочка идеальной формы, нет геометрических возмущений, поэтому получаются большие значения критических сил. Разница между критическим силами, полученными в экспериментах и численными расчетами составляет 27,5 %, что подтверждает влияние геометрических несовершенств образцов на их устойчивость.

Выводы:

1. При изгибе тонкостенных цилиндрических оболочек в результате деформаций происходит изменение формы и размеров поперечных сечений.

2. На устойчивость влияют различные начальные возмущения. Дополнительно на устойчивость влияет и формоизменение поперечных сечений.

3. У тонкостенных оболочек, заполненных сыпучим материалом при изгибе, уменьшается формоизменение поперечных сечений и увеличивается предельная нагрузка.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-60051 мол_а_дк

Литература

1. Гурьянов Н.Г. Замкнутая цилиндрическая оболочка под действием сосредоточенной силы // Исследования по теории пластин и оболочек. Казань. - 1966. - Вып. 4. - С. 55–64.

2. Маневич А.И., Пономаренко Е.А., Прокопало Е.Ф. Устойчивость ортотропных цилиндрических оболочек при изгибе поперечной силой. Сообщение 2. Эксперимент // Проблемы прочности. — 2013. — № 2. — С. 114-120.

3. Коноплев Ю.Г Экспериментальное исследование устойчивости цилиндрической оболочки под действием произвольного числа локальных осевых сил // Исследования по теории пластин и оболочек. - 1970. - № 6-7. - С. 481-484.

4. Маневич А.И., Пономаренко Е.А., Прокопало Е.Ф. Устойчивость ортотропных цилиндрических оболочек при изгибе поперечной силой. Сообщение 1. Теория // Проблемы прочности. - 2013. - №1. - С. 101-111.

5. Даревский В.М. Устойчивость консольной цилиндрической оболочки при изгибе поперечной силой с кручением и внутренним давлением // Расчет пространственных конструкций. – 1959. – Вып.5. - С. 431-449.

6. Жигалко Ю. П. Расчет тонких упругих цилиндрических оболочек на локальные нагрузки // Исследования по теории пластин и оболочек. Изд-во Казанского ун-та. - 1966. - № 4. - С. 3-41.

7. Петров М.В., Федорова Т.Г., Гоник Е.Г. Экспериментальное исследование потери устойчивости тонкостенных оболочек при чистом изгибе // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. - 2015. - № 2 (24). - С. 119-125.

8. Rotter J.M., Sadowski A.J., Chen L. Nonlinear stability of thin elastic cylinders of different length under global bending // International Journal Of Solids And Structures. - 2014. – Vol. 51. - Pp. 2826-2839.

9. Bazhenov V. G., Gonik E. G., Kibets A. I., Petrov M. V., Fedorova T. G. Stability and Supercritical Behavior of Large_Size Tankers for Transportation of Loose Goods // Journal of Machinery Manufacture and Reliability.- 2015. - Vol. 44., No. 5. - Pp. 422–427.

10. Григолюк Э.И., Кабанов В.В. Устойчивость оболочек. - М.: Наука, 1978. - 360 с.

11. Петров М.В., Федорова Т.Г. Экспериментальное исследование потери устойчивости тонкостенных оболочек, заполненных сыпучим материалом, при изгибе // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. - 2011. - № 4-5. - С. 2420-2422.

12. Петров М.В., Федорова Т.Г., Гоник Е.Г. Исследование устойчивости консольно закрепленных цилиндрических тонкостенных оболочек при чистом изгибе // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния.- 2017. - № 1 (31). – С. 105-113.

13. Кабанов В.В. Устойчивость неоднородных цилиндрических оболочек. – М.: Машиностроение, 1982. – 256с.

14. Гудрамович В. С. Особенности нелинейного деформирования и критические состояния оболочечных систем с геометрическими несовершенствами//Прикладная механика. – 2006. – Т. 42, № 12. – С. 3 – 47.

15. Вычислительный комплекс «Динамика-3». Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности. Аттестационный паспорт программного средства. Регистрационный паспорт аттестации ПС № 325 от 18.04.2013.

16. Сертификат соответствия Госстандарта России № РОСС RU.ME20.H00338

17. Шагивалеев К. Ф. Расчет замкнутой цилиндрической оболочки, заполненной сыпучим материалом, на радиальную нагрузку // Известия вузов. Строительство. - 2003. - № 2. - С. 20-23.

18. Моссаковский В.И. Моделирование несущей способности цилиндрических оболочек / В.И. Моссаковский, Л.И. Маневич, А.М. Мильцын. - Киев: Наукова Думка, 1977. - 141 с.

19. Баженов В.Г., Кибец А.И., Петров М.В., Федорова Т.Г., Шошин Д.В., Артемьева А.А. Экспериментально-теоретическое исследование нелинейного деформирования и потери устойчивости оболочек вращения при изгибе // Проблемы прочности и пластичности. - 2010. - № 72. - С. 80-85.

Ключевые слова: цилиндрическая оболочка, заполнитель, устойчивость, пластические деформации, эксперимент.

Keywords: cylindrical shell, aggregate, stability, plastic deformation, experiment

Петров Михаил Васильевич,
доктор технических наук, доцент кафедры строительных конструкций, профессор ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, e-mail: rimmapetrova20@gmail.com, тел. 8927-852-41-30

Федорова Татьяна Георгиевна,
кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, e-mail: tanusha2884@mail.ru, тел. 8919-671-32-25

Михайлов Борис Васильевич,
кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, e-mail: boris.mihaylov.63@mail.ru, тел. 8919-664-46-12

Гоник Екатерина Григорьевна,
старший преподаватель кафедры строительных конструкций ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, e-mail: katya.gonik@mail.ru, тел. 8919-654-62-55

Пфаненштиль Надежда Георгиевна,
кандидат исторических наук, доцент кафедры социально-гуманитарных наук Казанского филиала Российского государственного университета правосудия, г. Казань, Россия, e-mail: nfedorova83@mail.ru, тел. 8905-021-76-00

Petrov Mikhail Vasilyevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Structures, Professor of I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia, e-mail: rimmapetrova20@gmail.com, tel. 8927-852-41-30

Fedorova Tatyana Georgievna, Cand.Tech.Sci., the senior lecturer of faculty of building designs I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia, e-mail: tanusha2884@mail.ru, tel. 8919-671-32-25

Mikhailov Boris Vasilyevich, Cand.Tech.Sci., the senior lecturer of faculty of building designs I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia, e-mail: boris.mihaylov.63@mail.ru, tel. 8919-664-46-12

Gonik Ekaterina Grigoryevna, Senior Lecturer of the Department of Building Structures I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia, e-mail: katya.gonik@mail.ru, tel. 8919-654-62-55

Pfanenshtil Nadezhda Georgievna, candidate of historical sciences, associate professor of the Department of Social and Humanitarian Sciences of the Kazan branch of the Russian State University of Justice, Kazan, Russia, e-mail: nfedorova83@mail.ru, tel. 8905-021-76-00.

Для цитирования:

Петров М.В. Влияние несовершенств геометрии тонкостенных цилиндрических оболочек, заполненных сыпучим материалом, на их устойчивость при изгибе / М.В. Петров, Т.Г. Федорова, Б.В. Михайлов, Е.Г. Гоник, Н.Г. Пфаненштиль // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 148 - 156.

Citation:

Petrov M.V. The influence of imperfections of the geometry of thin-walled cylindrical shells filled with bulk material, their flexural buckling / M.V. Petrov, T.G. Fedorova, B. V. Mihaylov, E.G. Gonik, N.G. Pfanenshtil // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 148 - 156.

УДК 624.04

ВЗАИМОСВЯЗЬ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ БАЛКИ С УПРУГО-ПОДАТЛИВОЙ ОПОРОЙ

С.Ю. Савин, М.К. Енютина., К.А. Ломакина., О.Ю. Аверькова., И.А. Горчинский
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия

Аннотация
Данная статья посвящена рассмотрению зависимости между статическими и динамическими параметрами деформирования балки постоянного сечения, один конец которой имеет шарнирно неподвижное закрепление в сочетании с упругоподатливым закреплением от поворота, а другой жестко защемлен.

THE RELATIONSHIP OF STATIC AND DYNAMIC PARAMETERS OF DEFORMATION OF A BEAM WITH ELASTICALLY-PLIANT SUPPORT

Annotation
This article is devoted to the consideration of the relationship between static and dynamic parameters of deformation of the beam of constant cross-section, one end of which has a hinged fixed fastening in combination with elastic fastening of rotation, and the other is rigidly clamped.

В настоящее время существует большой интерес к оценке технического состояния и выявлению повреждений в конструкциях эксплуатируемых зданий и сооружений на ранних стадиях их развития. Современные методы диагностики крупноразмерных строительных конструкций являются либо визуальными, либо локализованными экспериментальными, например, акустический и ультразвуковой методы. Эти методы требуют, чтобы положение повреждения было заранее известно и легко доступно для диагностики. Необходимость в более общем методе обнаружения повреждений и оценки общего технического состояния строительных конструкций привело к разработке методов, которые исследуют изменения в их вибрационных характеристиках [1-10].

Одна из категорий задач, связанных с оценкой технического состояния элементов конструктивных систем зданий и сооружений, которую позволяют решить вибрационные методы, - это уточнение

расчетных схем конструкций, находящихся в эксплуатации. Поскольку при расчете и проектировании конструктивных систем вновь возводимых зданий и сооружений используются идеализированные расчетные схемы, а также вследствие деградации условий закрепления в процессе эксплуатации объекта капитального строительства, эти расчетные схемы требуют уточнения при проектировании мероприятий по реконструкции и усилению элементов конструктивных систем зданий и сооружений.

В связи с этим данное исследование направленно на выявление функциональных зависимостей между статическими (максимальный прогиб) и динамическими (частоты собственных колебаний) параметрами деформирования балки постоянного сечения, один конец которой имеет шарнирно неподвижное закрепление в сочетании с упругоподатливым закреплением от поворота, а другой жестко защемлен (рисунок 1).

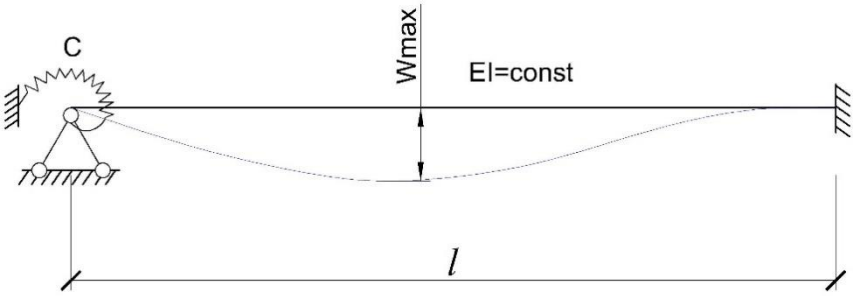


Рисунок 1 – Расчетная схема балки

Целью исследования является установление приближенных функциональных зависимостей между статическими (максимальный прогиб) и динамическими (частоты собственных колебаний) параметрами деформирования конструкций в условиях упругоподатливого их закрепления.

Для получения численных значений максимальных прогибов и частот собственных колебаний балок использован программный комплекс Лира-САПР, реализующий метод конечных элементов. Для расчета была принята стальная балка из двутавра 14Б1 по ГОСТ 26020-83, для которого момент инерции $I_x = 435$ см^4, погонная масса m = 10,5 кг/м, длина l = 3 м. Внешняя нагрузка для расчета максимальных прогибов – равномерно распределенная по длине балки с интенсивностью q = 1 т/м. Коэффициент податливости опоры при повороте C варьировался от 0 до ∞. Обработка численных результатов

расчета выполнена с использованием программы MS Excel. Результаты расчета сведены в таблицу 1, по данным которой построены графики зависимости C- Kw, C - Kω (рисунок 2), Kw - Kω (рисунок 3), где Kw и Kω - безразмерные параметры, характеризующие максимальные прогибы и частоты собственных колебаний балочной конструкции и определяемые из выражений:

$$W_{max} = K_w \frac{q l^4}{EI},$$

$$\omega^2 = K_\omega \frac{EI}{m l^4}.$$

Таблица 1.

Результаты статического и динамического расчета балок с упруго-податливым закреплением от поворота

C	**W_{max}, мм**	**ω, $с^{-1}$**	**$K_w \cdot 10^{-3}$**	**$K_\omega \cdot 10^{-1}$**	**$W_{max}\,\omega^2$ m/q**
1	2	3	4	5	6
0	4.79	500.41	5.27	4.87	1.223
50	4.05	545.53	4.46	5.31	1.229
100	3.65	575.69	4.02	5.60	1.233
200	3.22	613.49	3.54	5.97	1.235
500	2.76	662.09	3.04	6.44	1.233
1000	2.56	688.95	2.82	6.70	1.239
1500	2.48	699.95	2.73	6.81	1.239
2000	2.44	705.68	2.68	6.86	1.239
2500	2.42	709.68	2.66	6.90	1.242
3000	2.4	712.27	2.64	6.93	1.241
3500	2.39	714.15	2.63	6.95	1.243
4000	2.38	715.58	2.62	6.96	1.242
4500	2.37	716.7	2.61	6.97	1.241
5000	2.36	717.61	2.60	6.98	1.239
∞	2.31	726.1	2.54	7.06	1.241

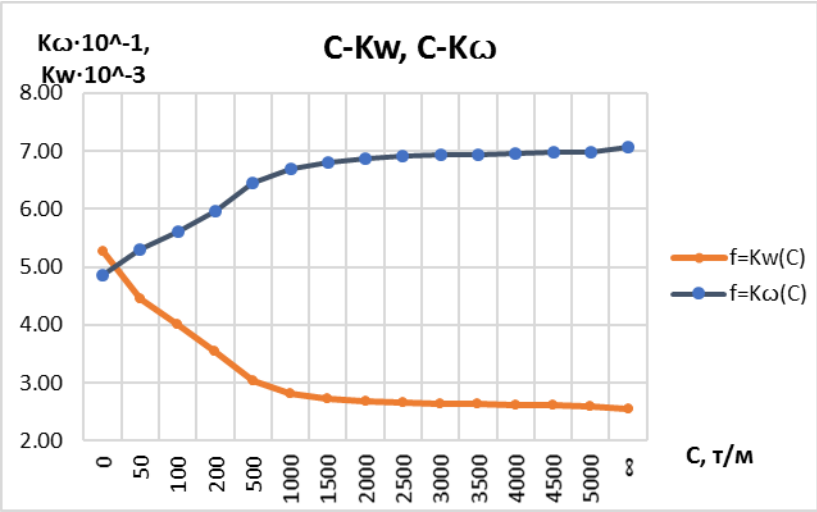


Рисунок 2 – Графики зависимости C – Kw, C – Kω для однопролетной балки, один конец которой имеет шарнирно неподвижное закрепление в сочетании с упругоподатливым закреплением от поворота, а другой жестко защемлен

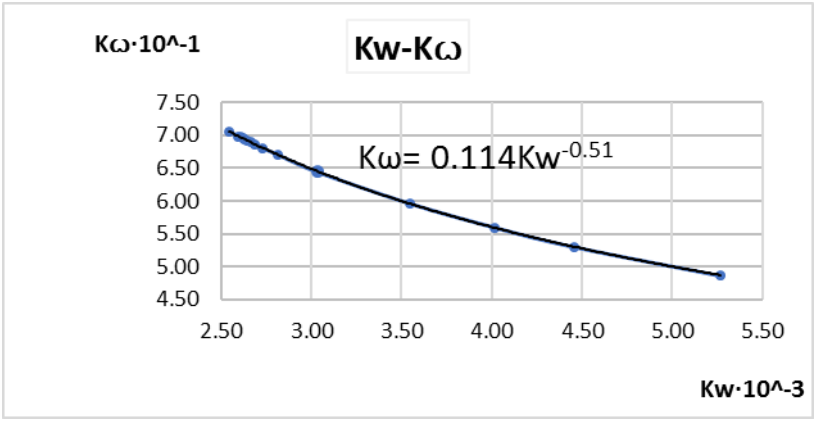


Рисунок 3 - График зависимости Kw – Kω для однопролетной балки, один конец которой имеет шарнирно неподвижное закрепление в сочетании с упругоподатливым закреплением от поворота, а другой жестко защемлен

На основе регрессионного анализа кривой Kw - Kω в программе MS Excel для этих параметров построена функциональная зависимость следующего вида:

$$K_\omega = 0.114 \cdot K_w^{-0.51}. \quad (1)$$

Эта зависимость позволяет при заданных значениях одного из параметров найти другой, не прибегая к расчету (например, при известной частоте собственных колебаний установить прогиб конструкции, когда его прямое измерение затруднено).

В работах [1 - 3] показано, что значение произведения максимального прогиба на квадрат частоты собственных колебаний зависит от характера изменения формы поперечного сечения по длине балки (фермы). В столбце 6 таблицы 1 представлены значения произведения максимального прогиба на квадрат частоты собственных колебаний для рассматриваемой балки, один конец которой имеет шарнирно подвижное закрепление, а другой - шарнирно неподвижное в сочетании с упруго-податливым закреплением от поворота с жесткостью С. Анализ этих результатов показывает, что жесткость опоры С практически не влияет на величину $w \cdot \omega^2$ (максимальная разница между результатам при различных значениях жесткости С не превышает 1,6 %) и практически совпадает с известным в научной литературе значением $4/\pi$ [4].

Выводы.

В работе получена функциональная зависимость, связывающая статический и динамический параметры деформирования однопролетной балки постоянного сечения: максимальный прогиб от действия нагрузки, равномерно распределенной по длине балки, и частоту собственных колебаний в ненагруженном состоянии. Эта зависимость позволяет при заданных значениях одного из параметров найти другой, не прибегая к расчету (например, при известной частоте собственных колебаний установить прогиб конструкции).

Численным моделированием подтверждено, что фундаментальная зависимость для балочных конструкций: $w \cdot \omega^2 = 4/\pi$, - соблюдается и при смешанных граничных условиях, рассмотренных в данной работе.

Построены графические зависимости между коэффициентом податливости и параметрами Kw, Kω однопролетной балки, характеризующими ее статический прогиб и частоту собственных колебаний соответственно. Данные графические зависимости могут быть использованы для уточнения расчетной схемы конструкций балочного типа при выполнении поверочных расчетов и оценке остаточного ресурса.

Литература

1. Поляков В.И. Взаимосвязь частоты продольных и поперечных колебаний при испытании конструкций вибрационными методами // Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. 2006. № 1-2. С. 37-39.

2. Redchenko V.P. Checking of technical bridges' state by passive vibrational dynamics methods // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна. 2010. № 33. С. 223-227.

3. Абашин Е.Г. Экспериментальные исследования железобетонных перемычек типа 2пб26-4 вибрационными методами // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 5. С. 53-57.

4. Коробко В.И., Калашников М.О., Бухтиярова А.С. Оценка жесткости балок при обследовании зданий текстильной промышленности вибрационными методами // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2016. № 3 (363). С. 270-275.

5. Голубова Т.А., Кадомцев М.И., Шатилов Ю.Ю. Локализация повреждений металлических ферменных конструкций при помощи вибрационных методов // Инженерный вестник Дона. 2013. № 4 (27). С. 171.

6. Гвозков П.А. Архитектурное конструирование и контроль жесткости большепролетных конструкций вибрационным методом // Строительство и реконструкция. 2010. № 1 (27). С. 60-63.

7. Турков А.В., Савин С.Ю., Бояркина О.В. Взаимосвязь задач поперечного изгиба и собственных колебаний балок линейно-переменной высоты // Строительная механика и расчет сооружений. 2009. № 3. С. 33-38.

8. Алдушкин Р.В., Савин С.Ю. Исследование работы треугольных ферм при статических и динамических воздействиях // Строительство и реконструкция. 2010. № 3-29. С. 3-6.

9. Турков А.В., Савин С.Ю., Бояркина О.В. Взаимосвязь задач поперечного изгиба и собственных колебаний балок нелинейно переменной высоты // Строительство и реконструкция. 2009. №6. С. 50-54.

Ключевые слова: деформирование, статика, динамика, зависимость, опоры.

Keywords: deformation, statics, dynamics, dependence, supports.

Савин С. Ю., кандидат технических наук, доцент кафедры уникальных зданий и сооружений, ЮЗГУ; e-mail: suwin@yandex.ru

Енютина М.К., студент кафедры уникальных зданий и сооружений, ЮЗГУ; e-mail: marina.enutina@yandex.ru

Ломакина К.А.,студент кафедры уникальных зданий и сооружений, ЮЗГУ; e-mail: ksulomakina@mail.ru

Аверькова О.Ю., студент кафедры уникальных зданий и сооружений, ЮЗГУ; e-mail:Ksusha.Averkova@yandex.ru

Горчинский И.А., студент кафедры уникальных зданий и сооружений, ЮЗГУ.

Savin S. Y., candidate of technical sciences, associate professor of the department of unique buildings and structures, SWSU; e-mail: suwin@yandex.ru

Eniutina M. K., student, department of unique buildings and structures, SWSU; e-mail: marina.enutina@yandex.ru

Lomakina K.A.,student of the department of unique buildings and structures, e-mail: ksulomakina@mail.ru

Averkova O. Y., student of the department of unique buildings and structures, SWSU; e-mail:Ksusha.Averkova@yandex.ru

Gorchinsky I.A., student of the department of unique buildings and structures, SUSU.

Для цитирования:

Савин С.Ю. Взаимосвязь статических и динамических параметров деформирования балки с упруго-податливой опорой / С.Ю. Савин, М.К. Енютина, К.А. Ломакина, О.Ю. Аверькова, И.А. Горчинский // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 157 - 163.

Citation:

Savin S.Y. The relationship of static and dynamic parameters of deformation of a beam with elastically-pliant support/ S.Y. Savin, M.K. Eniutina, K.A. Lomakina, O.Yu. Averkova, I.A. Gorchinsky // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 157 - 163.

УДК 72.023

К ВОПРОСУ О СТРОИТЕЛЬСТВЕ КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В РОССИИ И ЗАРУБЕЖОМ

С.Н. Смирнова, А.Ю. Афанасьева
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

В статье рассматривается преимущество использования клееного бруса. Приведены примеры зарубежного и отечественного опыта проектирования.

ON THE ISSUE OF CONSTRUCTION OF GLUED WOODEN STRUCTURES IN RUSSIA AND ABROAD

Abstract

The article discusses the advantage of using laminated veneer lumber. The examples of foreign and domestic design experience are given.

В настоящее время все больше уделяется внимание деревянному строительству зданий. Благодаря открытию высокостойких клеев в XX веке был изобретен клееный брус. Клееный брус можно использовать для любого вида общественной недвижимости – спортивные сооружения, ипподромы, гостиницы и даже залы для концертов.

Рис. 2. Вилла Майреа. Авар Аалто

Ограждающие конструкции из данного материала имеют ряд преимуществ:

-Способность противостоять влаге и отсутствие коррозии

-Экологичность и санитарно-гигиеническая безопасность.

-Легкость. Упрощают монтажные работы и уменьшают вес сооружений.

-Отсутсвие внутренней отделки

-Нет ограничения размеров бруса и другие.

Финляндия стала одной из первых стран, где клееный брус прочно вошел в обиход. Например, вилла Майреа, ар-ор. Алвар Аалто (рис. 1).

Канадский архитектор Майкл Грин считает необходимым введение деревянных высоток. **Грин** отметил, что при строительстве типичного 20-этажного бетонного здания в атмосферу выбрасывается около 1215 тонн углекислого газа, в то время как деревянное здание такой же этажности поглощает 3150 тонн газа, давая чистую разницу в 4365 тонн (рис. 2).

Рис. 3. Проект 34 –этажного небоскреба в Стокгольме. Майкл Грин

Рис. 3. Башня в деревянном жилом комплексе в Норвегии. Алекс де Риджек

Архитектурное бюро Алекс де Риджека спроектировало более 30 зданий из дерева, 12 из которых уже построены. Алекс де Риджек считает, что XXI в.- эпоха деревянного строительства (рис. 3).

Клееный брус также часто применяют в качестве большепролетных перекрытий: конькобежный центр в Крылатском (рис. 4), аквапарки в Москве, Санкт-Петербурге, а также целый комплекс деревянных построек для яхтспорта на Клязминском водохранилище.

Республика Марий-Эл не отстает по производству клееного бруса и строительству домов. В поселке Тойкино улица домов из клееного бруса (см. Рис. 5)

Рис. 4. Конькобежный центр в Крылатском. Андрей Боков

Рис. 4. «Финская деревня», пос. Тойкино. ЗАО «СПП «Салют»

Таким образом, клееные материалы расширили возможности применения дерева: созданы новые конструктивные системы и архитектурные формы. Особое развитие данный материал получает в России благодаря большим запасом природных ресурсов.

Литература.

1. Реферат клееные конструкции [Электронный ресурс],- http:// http://diplomba.ru/work/45320 /, свободный (Дата обращения:24.03.2018)

2. Архитекторы провозгласили эру деревянного строительства [Электронный ресурс],- http://haus21.ru/arhitektory-provozglasili-epohu-derevyannogo-stroitelstva/ (Дата обращения:28.09.2018)

Ключевые слова: Клееный брус, большепролетные деревянные конструкции, преимущество клееного бруса.

Keywords: glued laminated timber, large-span wooden structures, the advantage of glued laminated timber.

Смирнова Светлана Николаевна, доцент кафедры ПЗ, ПГТУ
Афанасьева Анастасия Юрьевна, ст. гр. СТРм-24, ПГТУ
Email: Anastasija510@rambler.ru

Smirnova Svetlana Nikolaevna, assistant professor of DV, VSTU
Afanasyeva Anastasia Yuryevna, student gr. STRm-24, VSTU
Email: Anastasija510@rambler.ru

Для цитирования:

Афанасьева А. Ю. К вопросу о строительстве клееных деревянных конструкций в России и за рубежом. / А. Ю. Афанасьева, С. Н. Смирнова//Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары 2018. - С. 164 - 166.

Citatation:

Afanasyeva A. Yu. - On the issue of construction of glued wooden structures in Russia and abroad. / A. Yu. Afanasyev, S. N. Smirnova // New in architecture, building design and renovation Proceedings of the IV International (X All-Russian) Conference (NADCR-2018). The Chuvash. STATE University, Cheboksary, 2018. – P. 164 - 166.

УДК 69.07

НОВЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ УИКСС ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Б.С. Соколов
АО «Казанский ГипроНИИавиапром», г. Казань, Россия

Аннотация

В статье описываются конструктивные решения несущей системы УИКСС, представляющей собой сборный железобетонный каркас с безбалочными перекрытиями, применение которой возможно для строительства и реконструкции зданий различного функционального назначения. Отдельное внимание уделено возможным вариантам развития конструктивных решений рассматриваемой несущей системы.

NEW CONSTRUCTIVE SOLUTIONS OF ELEMENTS OF THE UIKSS CARRIER SYSTEM FOR CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF BUILDINGS OF DIFFERENT FUNCTIONAL APPOINTMENTS

Abstract

The article describes the constructive solutions of the UIKSS carrier system, which is a precast reinforced concrete frame with flat slabs, the use of which is possible for the construction and reconstruction of buildings of various functional appointments. Special attention is paid to possible options for the development of constructive solutions of the considered carrier system.

УИКСС – универсальная индустриальная каркасная система строительства [1] состоит из сборных железобетонных элементов – колонн и плит перекрытия. По конструктивному решению она относится к системам с безбалочными перекрытиями, но принципиально отличается от существующих применением штепсельного стыка колонн с надколонными плитами перекрытий.

На рисунке 1 показаны основные элементы системы и последовательность их монтажа. Наиболее ответственным является соединение надколонной плиты с колоннами (рис. 1 б). В оголовке нижней колонны (1) устроены выпуски арматуры (2), на которые устанавливается надколонная плита перекрытия (5) с четырьмя сквозными отверстиями (6) и верхняя колонна (3), имеющая в торце

скважины (4) с рабочей арматурой. После установки конструктивных элементов стыка через отверстия (7) инъецируется раствор, заполняющий скважины и зазоры между плитой и колоннами, образованные за счет центрирующих прокладок (8).

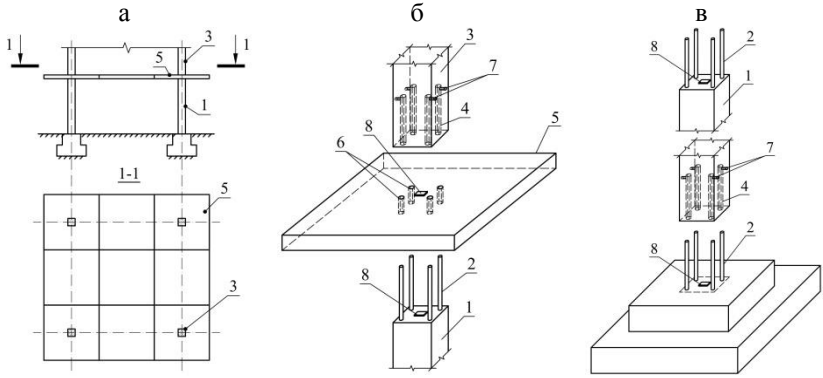


Рисунок 1 – Несущая система УИКСС: а) фрагмент системы; б) штепсельный стык колонн с надколонной плитой; в) узел опирания колонн на фундамент

Ниже приведены варианты компоновки конструкций несущей системы для соответствия зданий санитарно-эпидемиологическим требованиям, архитектурной выразительности фасадов, в том числе за счет выпусков плит перекрытия за наружные стены балконов и эркеров. Система рекомендуется для массового применения при строительстве зданий различного функционального назначения с несущими и самонесущими наружными стенами в городской и загородной средах.

На рисунке 2 показаны варианты компоновки перекрытий с несущими наружными стенами, с авторской маркировкой плит, отражающей геометрические размеры и расположение:

- одномодульные плиты (П-1) размером 3×3 м трех типов: надколонные (П-1-1), межколонные (П-1-2), пролетные (П-1-3);
- плиты среднего модуля (П-2) размером 3×4,5 м;
- двухмодульные (П-3) размером 3×6 м;
- доборные плиты (Д-1, Д-2) размером 1,5×6 м и 3×1,5 м.

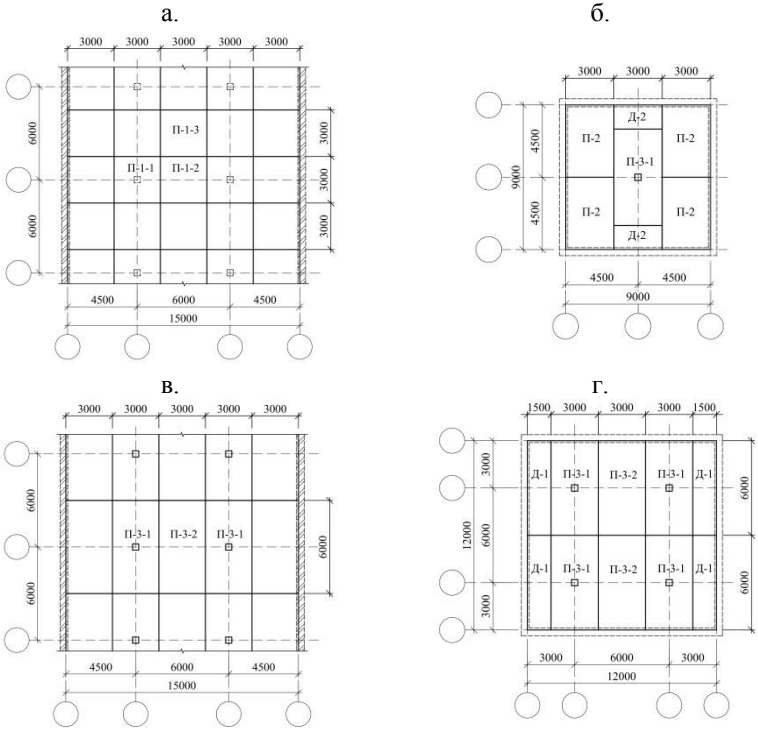


Рисунок 2 – Варианты компоновки перекрытий с несущими наружными стенами, с авторской маркировкой плит

За «модуль» принят размер длины 3 метра. Плиты, используемые в перекрытиях или для создания козырьков над входами в здание, выполняются с вертикальными пустотами (рис. 3) для последующей укладки в них теплоизоляционного материала (П-2п, П-3п).

На рисунке 4 показана компоновка перекрытия при необходимости проектирования здания с коридором.

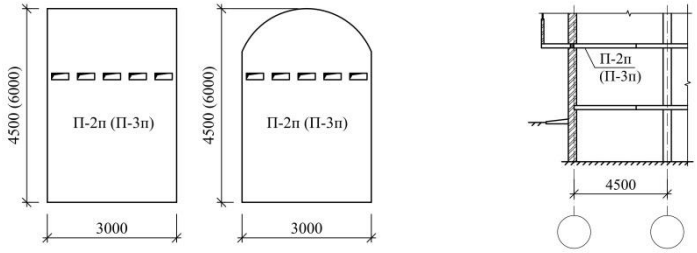


Рисунок 3 – Плиты перекрытия с пустотами (П-2п, П-3п) для устройства балконов и козырьков над входом в здание

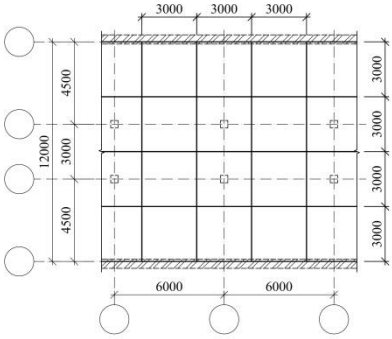


Рисунок 4 – Фрагмент плана здания с устройством коридора за счет сближения колонн до 3-х метров

Для наружных стен рекомендуется использовать крупноформатные теплоэффективные, экологичные керамические стеновые материалы – блоки POROTHERM 51.

К достоинствам этого материала относятся:

- крупноформатность – снижение трудоемкости и уменьшение количества горизонтальных растворных швов;

- геометрия камней – соединение по длине «паз-гребень», без вертикального растворного шва, снижение материалоемкости и повышение термической однородности конструкции;

- максимальная пустотность (54%), оптимальная форма пустот – эффективное прохождение теплового потока;

- поризация – структура керамического черепка обеспечивает меньшую плотность и повышает термическое сопротивление материала.

В работах [2, 3] показана целесообразность применения системы при проектировании детских дошкольных учреждений и школ с соблюдением норм СП 118.13330.2012, СанПиН 2.4.1.2660-10, а также реконструкции существующих зданий со встроенным между несущими кирпичными стенами каркасом УИКСС.

Для индивидуального строительства несущая система позволяет удовлетворить любые требования заказчика:

- по планировке, функциональному назначению помещений и их площади;
- этажности;
- использование покрытия в качестве эксплуатируемого с расположением зеленых насаждений и бассейнов;
- размещение в цокольном этаже стоянок для автомобилей, спортивных залов, плавательных бассейнов;
- устройство балконов, лоджий и т.д.

Развитием системы являются следующие конструктивные решения:

1. Соединение плит перекрытия между собой. Это является решающим для обеспечения их совместной работы и создания жесткого горизонтального диска в несущей системе каркаса здания. Для этого рекомендуется применять стыки с использованием планок VS® компании «ПФАЙФЕР» (рис. 5 а). Конструктивное решение определяется расчетом в зависимости от места расположения стыка, но общим в них является:

- рифленая поверхность торцов плит с заполнением швов строительным раствором;
- наличие планок с запрессованными в них тросами;
- присутствие расчетной горизонтальной арматуры для обеспечения надежной анкеровки петель, силового участия в работе перекрытия.

К положительным качествам предлагаемого решения является высокая технологичность при изготовлении изделий и их монтаже.

2. Применение пустотных конструкций колонн, в том числе круглого поперечного сечения (рис. 5 б), и пустотных межколонных и пролетных плит перекрытия (рис. 5 в) со смешанным армированием (с обычной и предварительно напряженной арматурой).

3. Использование штепсельных стыков для соединения плит перекрытия (рис. 6 г).

4. Выполнение надколонной плиты перекрытия с капителью (рис. 6 д) при увеличении размеров пролетов (7,2 м и более).

5. В стыках плит с колоннами применение прокладок из синтетической ткани вместо стальных центрирующих закладных деталей.

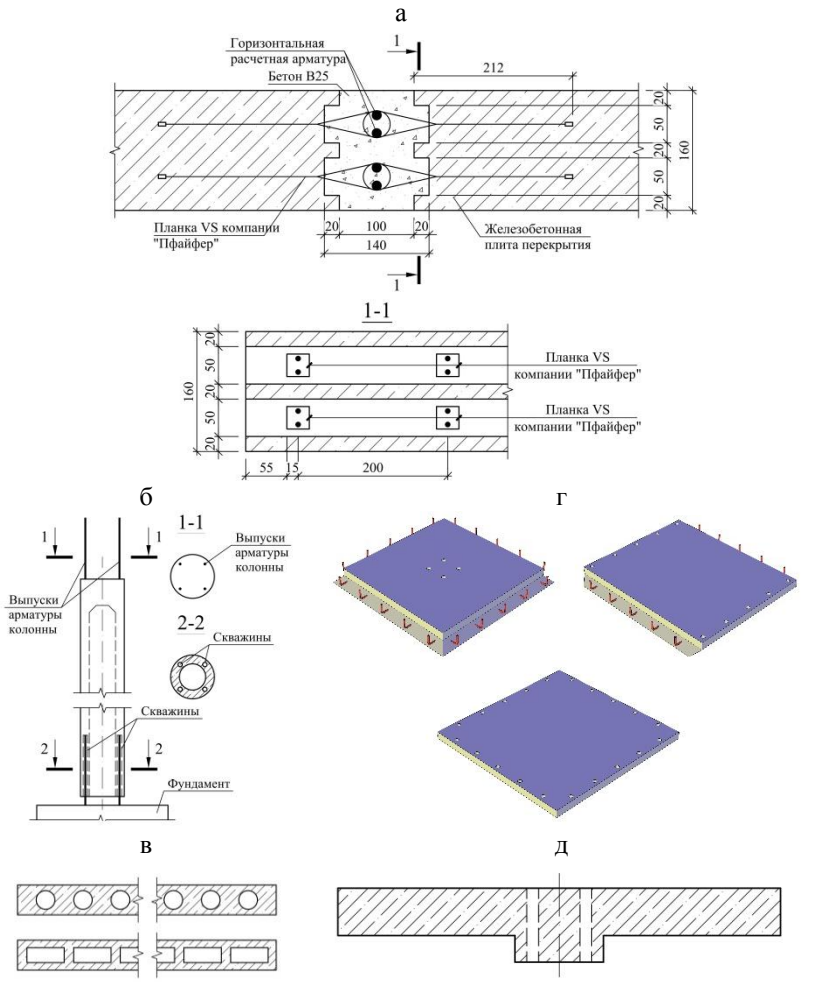


Рисунок 6 – Развитие конструктивных решений элементов системы УИКСС

Литература

1. Универсальная индустриальная каркасная система строительства - Татарстан (УИКСС-Татарстан): пат. 141473

Российская Федерация: МПК E04B1/20 / Соколов Б.С. ; заявитель и патентообладатель Соколов Б.С. - №2013128714/03; заявл. 24.06.2013; опубл. 10.06.2014.

2. Соколов, Б.С. К строительству экошкол с использованием универсальной индустриальной каркасной системы строительства УИКСС-Татарстан / Б.С. Соколов, К.А. Фабричная // Жилищное строительство. – 2015. – №2. – С. 9-13.

3. Соколов, Б.С. Применение каркасной системы УИКСС при реконструкции зданий / Б.С. Соколов, К.А. Фабричная // Вестник гражданских инженеров. – СПб: СПбГАСУ, 2015. – №6(53). – С. 45-51.

Ключевые слова: штепсельные стыки, безбалочные перекрытия, несущая система, сборный железобетон.

Key words: bullet connection, socket joint, flat slab floor system, carrier system, precast concrete.

Соколов Борис Сергеевич - д.т.н., профессор, чл.-корр. РААСН, научный консультант АО «Казанский Гипрониавиапром», e-mail sbs.1942@mail.ru.

Sokolov Boris Sergeyevich, doctor of technical sciences, professor, scientific consultant, JSC «Kazan Giproniiaviaprom», e-mail sbs.1942@mail.ru.

Для цитирования:

Соколов Б.С. Новые конструктивные решения элементов несущей системы УИКСС для строительства и реконструкции зданий различного функционального назначения / Б.С. Соколов// Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 167 - 173.

Citation:

Sokolov B.S. New constructive solutions of elements of the UIKSS carrier system for construction and reconstruction of buildings of different functional appointments / B.S. Sokolov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 167 – 173.

УДК 624.046.2

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КАМЕННЫХ И АРМОКАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Б.С. Соколов
АО «Казанский ГипроНИИавиапром», г. Казань, Россия
А.Б. Антаков
ФГБОУ ВО КГАСУ, г. Казань, Россия

Аннотация

В статье приведены теоретические основы методики расчета каменных и армокаменных конструкций на основе теории сопротивления анизотропных материалов сжатию с использованием диаграммного метода. Показана возможность формирования прочностных и деформационных критериев, описывающих характерные стадии НДС: упругая работа, трещинообразование, разрушение.

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF CALCULATION OF STONE AND THE REINFORCED DESIGNS

Abstract

Theoretical bases of a method of calculation of the stone and reinforced designs on the basis of the theory of resistance of anisotropic materials to compression with use of a chart method are given in article. The possibility of formation of the strength and deformation criteria describing characteristic stages of the intense deformed state is shown: elastic work, emergence of cracks, destruction.

Современные этапы развития методик расчета каменных и армокаменных конструкций связаны с исследованиями, выполняемыми различными НИИ и авторскими коллективами, с использованием компьютерного моделирования и постановкой физических экспериментов [8]. Работы, выполняемые в широком диапазоне задач, используемых материалов и методов исследований, способствуют актуализации данных о каменных кладках и формированию обоснованных представлений о напряженно-деформированном состоянии (далее НДС) при силовых воздействиях. Результаты указанных исследований, как правило, используются для корректировки поправочными коэффициентами нормативной методики расчета, реализованной в СП15.13330.2012 и описывающей

одноосное напряженное состояние на основе гипотезы плоских сечений.

Более 15 лет ведутся исследования в области прочности и деформативности каменных и армокаменных кладок с позиций теории силового сопротивления анизотропных материалов сжатию Соколова Б.С. [1,2]. Методологические основы данных исследований связаны с комплексной оценкой напряженно-деформированного состояния сжатых элементов из каменной кладки и рассмотрением его характерных стадий с точки зрения физической модели разрушения. Данная модель, разработанная и апробированная для описания НДС бетонных и железобетонных элементов, имеет математическую интерпретацию и позволяет выполнять оценку прочности и трещиностойкости при действии вторичных растягивающих напряжений, действующих в нормальных плоскостях к направлению сжимающего потока.

Системы решаемых уравнений позволяют с использованием геометрических параметров устанавливать взаимосвязи величин сопротивления материала сжатию через соответствующие значения прочности растяжению и сдвигу. Расчетная схема физической модели, соответствует механизмам разрушения с реализацией деструктивных процессов – отрыва, сдвига по соответствующим поверхностям и раздавливания в пределах ядра сжатия. Под раздавливанием понимается разрушение материала с достижением предела прочности при сжатии. Кроме того, сформирована модель, описывающая процессы компрессионного разрушения при действии факторов, стесняющих поперечные деформации материала в пределах сжимающего потока и компенсирующих влияние вторичных растягивающих напряжений [3]. Процессы отрыва, сдвига и раздавливания реализуются за счет разрушающейся структуры материала. Отличительной особенностью данной модели является возможность учета параметров трехосного напряженного состояния при описании любых схем приложения сжимающих усилий: от осевого до сложных многоосных. На основе единого подхода, приведенных расчетных схем и математического аппарата были построены критерии прочности бетона при одно-, двух- и трехосном напряженных состояниях, достаточно точно описывающие опытные данные.

Выполненный авторами с 2002 года объем исследований каменных и армокаменных кладок и конструкций охватывает широкий спектр материалов и изделий: от традиционных полнотелых керамических и силикатных кирпичей на цементно-песчаных

растворах до современных крупноформатных пустотных камней и легких, так называемых, «теплых» растворов [4,5]. В качестве армирования постельных швов кладок применялись стальные сварные и просечно-вытяжные сетки. С 2014 года целенаправлено ведутся исследования композитных сеток. В рамках принятой методологии помимо экспериментальных исследований выполняется компьютерное моделирование НДС исследуемых кладок, как двухкомпонентных материалов, так и конструктивных элементов, имеющих комплекс геометрических параметров, граничные условия и особенности приложения нагрузок. Данный подход позволяет получить характеристики НДС во всем диапазоне величин, прикладываемых нагрузок: от 0 до разрушающей.

Важным этапом является обоснование возможности применения диаграмм деформирования составляющих кладку материалов для расчетов строительных конструкций, выполненное в рамках направления 7.1.9 программы фундаментальных исследований РААСН в 2016-2017г.г. [6]. Авторами опубликованы методики расчета сжатых каменных и армокаменных конструкций на основе теории силового сопротивления анизотропных материалов сжатию и диаграммного метода [7]. Доказано, что общие параметры напряженно-деформированного состояния (НДС) сжатых каменных и армокаменных конструкций соответствует характеристикам физической модели разрушения, что позволяет описывать помимо предельного состояния характерные стадии: упругая работа, достижение предела упругости, процессы трещинообразования, предшествующие разрушению (рис. 1, 2).

Особенностью напряженного состояния каменных кладок по многочисленным данным исследователей является достижение предела упругости и начало трещинообразования при уровнях сжимающей нагрузки $(0,4 \div 0,6)N_{ult}$. При этом выражение основного условия прочности в развернутом виде будет выглядеть следующим образом:

$$N_{crc} \le (R_t A_t \cos\alpha + \tau A_{sq})/\sin\alpha + \sigma_{ef} A_{ef}, \quad (1)$$

где $N_{crc} = \sigma_{1,crc}/A_{сеч}$ – сжимающее усилие, соответствующее пределу упругости и началу трещинообразования;

R_t – сопротивление кладки растяжению в поперечном направлении по перевязанным швам;

τ, σ_{ef} – напряжения в соответствующих зонах сдвига и ядре сжатия с величинами существенно меньшими предельных значений: $\tau << R_{sq}$, $\sigma_{ef} << R$.

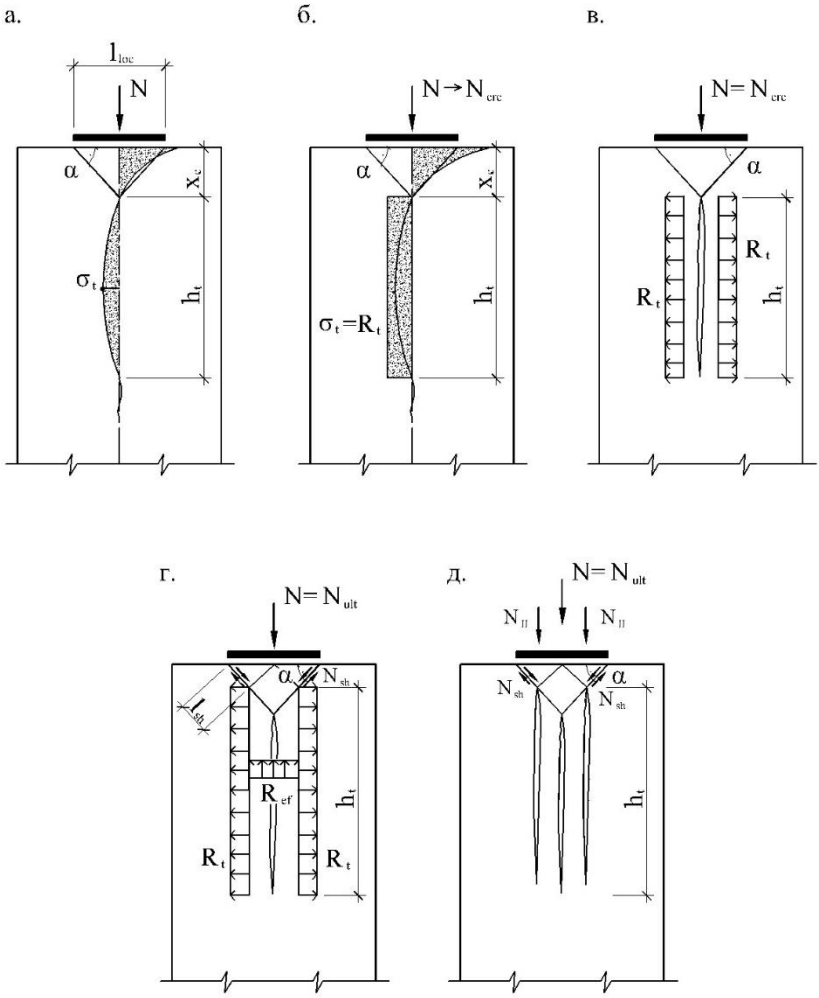


Рис. 1. Построения физической модели для характерных стадий НДС сжатых элементов из каменных кладок: упругая работа (а), достижение предела упругости и начало образования трещин (б, в), предельное состояние (г) и процесс разрушения (д)

Величина N_t при значениях нагрузки N, соответствующей стадии начала трещинообразования достигает предельного значения:

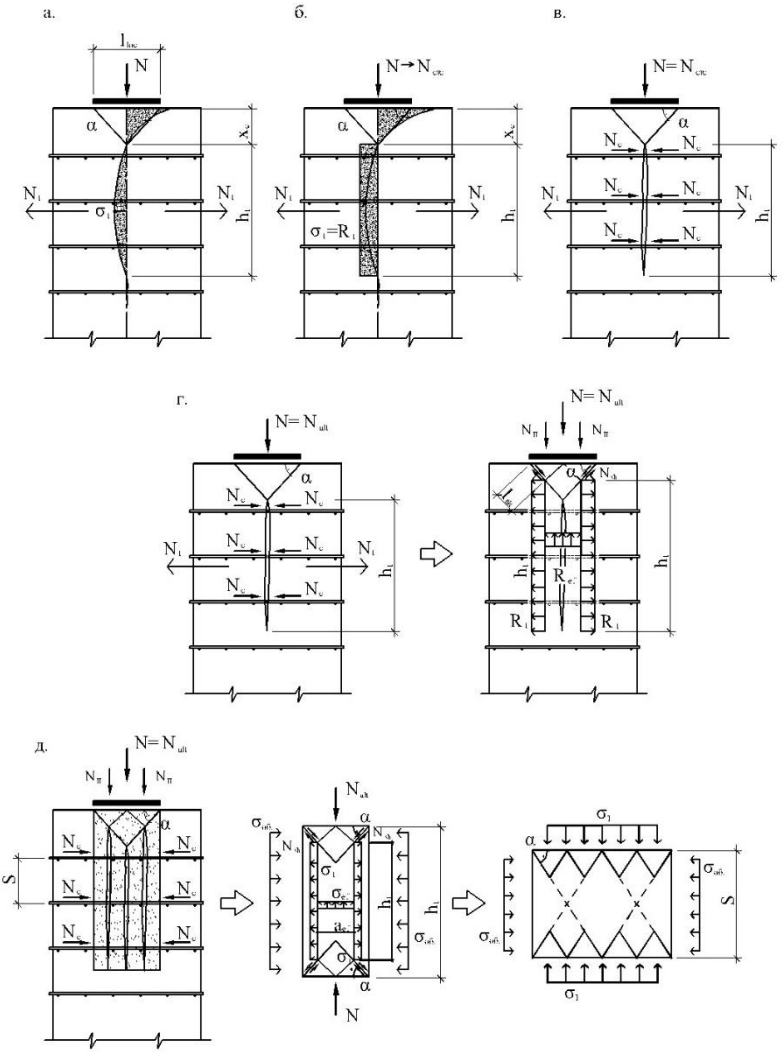


Рис. 2. Построения физической модели для характерных стадий НДС сжатых элементов с сетчатым армированием:
упругая работа (а), достижение предела упругости и начало образования трещин (б, в), предельные состояния при разрыве стержней сеток (г) и компрессионном разрушении кладки между сетками (д)

возникают трещины отрыва, ориентированные вдоль силового потока и «выключающие» материал кладки из работы на растяжение в поперечных сечениях сжатого элемента. При этом уровни касательных напряжений τ в приопорных зонах и нормальных σ_1 значительно меньше предельных значений R_{sq}, R. Поэтому пренебрегая некоторой

погрешностью вычислений из-за исключения компонент, описывающих N_i от сдвига и сжатия, определение величин трещинообразующих нагрузок (рис. 1б,в) следует выполнять используя первое слагаемое условия прочности (2):

$$N_{crc} = ctg\alpha\, N_t. \quad (2)$$

К началу стадии разрушения процессы трещинообразования в сжато-растянутой области завершены (рис. 1г,д) и оценка прочности выполняется с использованием второго и третьего слагаемых (1):

$$N_{ult} = N_{sq}/\sin\alpha + N_{ef}. \quad (3)$$

Площади поверхностей сдвига и ядра сжатия соответствуют плоскости контакта «клина» с выделенными трещинами фрагментами переферии и, соответственно, центральной зоны поперечного сечения элемента.

При определении величин усилий отрыва, сдвига и раздавливания применяются прочностные характеристики кладки: нормативные сопротивления растяжению R_t, сдвигу R_{sh}, сжатию R и геометрические параметры – площади соответствующих поверхностей A_t, A_{sh}, A_{ef}. Последние зависят от величины угла наклона поверхностей сдвига в приопорных зонах – α, который в свою очередь является функцией соотношения сопротивлений материала сжатию и растяжению. При этом сложность в назначении этих параметров заключается в том, что кладка двухкомпонентный материал, сочетающий в себе свойства кирпича или камня и кладочного раствора. Кроме того, могут выявиться особенности, связанные с вариативностью значений α в зависимости от уровня напряжений σ_1/σ_{ult}.

Для использования математического аппарата теории при построении расчетных диаграмм деформирования сжатых элементов и конструкций, выражения (2) и (3) необходимо записать в напряжениях:

$$\sigma_{crc} = N_{crc}/A_{сеч}, \quad (4)$$

$$\sigma_{ult} = N_{ult}/A_{сеч}, \quad (5)$$

где σ_{crc}, σ_{ult} – сжимающие напряжения в сечении элемента, соответствующие стадиям предела упругости и начала разрушения.

Напряжения σ_{crc} и σ_{ult}, являются координатами параметрических точек трехлинейных диаграмм деформирования сжатых элементов и конструкций из каменных кладок (рис. 3) [6]. Линейный участок 0-1

описывает упругую работу материала элемента или конструкции с соответствующим модулем упругости E_0. По достижении напряжениями предела упругости равного σ_{crc} начинается стадия трещинообразования, описываемая зависимостью на участке 1-2 с изменением значений секущего модуля деформаций E.

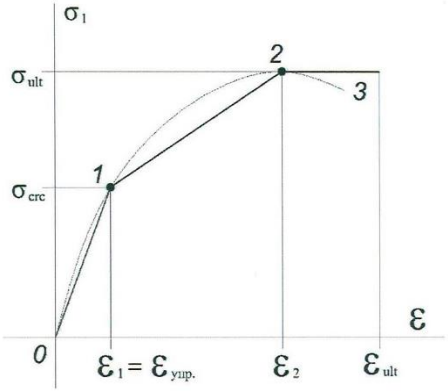


Рис. 3. Трехлинейная диаграмма деформирования сжатого элемента из каменной кладки

Напряжения σ_{ult} соответствуют предельным величинам и началу процесса разрушения, описываемого на экспериментальных диаграммах ниспадающим участком 2-3.

Определение множества значений модуля деформаций на участке 1-2 и, соответственно, в диапазоне $E_2<E<E_0$ выполняется интерполяцией значений E_0 и E.

Для определения значений относительных деформаций ε, соответствующих пределу упругости и временному сопротивлению кладки могут быть применены положения СП15.13330.2012:

$E_0 = \alpha R_u$, $E = 0{,}5 E_0$;

логарифмическая формула, полученная Онищиком Л.И.

Значения деформаций будут записаны:

$$\varepsilon_{crc} = \sigma_{crc} / (\alpha R_u), \quad (6)$$

$$\varepsilon_{ult} = \sigma_{ult} / (0{,}5\ \alpha R_u), \quad (7)$$

где α – упругая характеристика кладки (табл. 16 СП15.13330.2012);

σ_{crc}, σ_{ult} – напряжения предела упругости и временное сопротивление кладки сжатию, определяемые по (4) и (5). При этом значение R_u в знаменателе отношений (6), (7) следует принимать равным σ_{ult}. Вычисление величин поперечных деформаций возможно с

использованием коэффициента Пуассона, имеющего переменные значения в зависимости от уровня нагружения:

$$\varepsilon_{x(y),i} = \nu\, \varepsilon_{z,i}. \qquad (8)$$

Для получения деформационных критериев выражения (4), (5) необходимо записать в следующем виде:

$$\varepsilon = \varepsilon_{упр.} \rightarrow N_{crc} = ctg\alpha\, \varepsilon_{k,t}\, E_{k,t}^{sec}\, A_t, \qquad (9)$$

$$\varepsilon = \varepsilon_2 \rightarrow N_{ult} = [\gamma_k\, G_k^{sec}\, A_{sq}]/ \sin\alpha + \varepsilon_k\, E_k^{sec}\, A_{ef}, \qquad (10)$$

где $\varepsilon_{k,t}$, γ_k, ε_k – относительные деформации кладки при растяжении в поперечном направлении, сдвиге и сжатии;

$E_{k,t}^{sec}$, G_k^{sec}, E_k^{sec} – модули деформаций кладки при соответствующих напряженных состояниях.

Для использования приведенных деформационных критериев при расчете элементов и конструкций необходимы соответствующие диаграммы деформирования материала – при растяжении, сдвиге и сжатии. Очевидно, что применяемые для каменной кладки материалы имеют обширные диапазоны прочностных и деформационных свойств. Величины относительных деформаций и модулей, зависимости значений коэффициента Пуассона от уровня нагружения для кладок из различных материалов получены авторами экспериментально в ходе многолетних исследований в данной области.

Прочностные и деформационные критерии для армокаменных элементов и конструкций записываются подобно приведенным с учетом физико-механических характеристик материала сеток [7].

Таким образом, на основе теории силового сопротивления анизотропных материалов сжатию и результатов комплексных исследований получен математический инструментарий для формирования прочностных и деформационных критериев для использования при расчете сжатых каменных кладок с использованием диаграмм деформирования материалов.

Литература

1. Соколов Б.С. Теоретические основы сопротивления бетона и железобетона при сжатии. Известия ВУЗов. Строительство.- 1993. - № 9. - С.39-43.

2. Соколов Б.С. Теория силового сопротивления анизотропных материалов сжатию и ее практическое применение: Монография/ Издательство АСВ. – М.: 2011. - 160 с.

3. Соколов Б.С., Антаков А.Б. Прочность бетона при смятии. Журнал «Академия. Архитектура и строительство». РААСН, №4, 2010- 75-78 с.

4. Соколов Б.С. Физическая модель разрушения каменных кладок при сжатии. // Известия вузов. Строительство. – 2002. № 9. – С. 4-9.

5. Соколов Б.С., Антаков А.Б. Новый подход к расчету каменных кладок // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. - №3(29). С. 75-81.

6. Экспериментально-теоретическое обоснование расчета сжатых каменных и армокаменных кладок с применением диаграмм деформирования материалов/ Отчет по НИР 7.1.9 РААСН, 2017. – 77 с.

7. Соколов Б.С., Антаков А.Б. Прочность, жесткость и трещиностойкость сжатых каменных и армокаменных кладок / Центр инновационных технологий, Казань, 2018. – 172 с.

Ключевые слова: каменные конструкции, кладка, прочность, деформативность.

Keywords: stone designs, laying, durability, deformability.

Соколов Б.С. – д.т.н., профессор
E-mail: sbs.1942@mail.ru
АО «Казанский ГипроНИИавиапром». Адрес организации: 420127, РТ, г. Казань, ул. Дементьева, 1.
Антаков А.Б. – к.т.н.
E-mail: antakof@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Sokolov B.S. – doctor of technical science, professor, corresponding member of the Russian academy of architecture and building sciences.
E-mail: sbs.1942@mail.ru
JSC Kazan Giproniiaviaprom. The organization address: 420127, Russia, Kazan, Dementiev St., 1.
Antakov A.B. – candidate of technical science, associate professor.
E-mail: antakof@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering. The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya St., 1

Для цитирования:
Соколов Б.С. Развитие методики расчета каменных и армокаменных конструкций / Б.С. Соколов, А.Б. Антаков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и

реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 174 - 183.

Citation:

Sokolov B.S. Development of the method of calculation of stone and the reinforced designs / B.S. Sokolov, A.B. Antakov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 174 - 183.

УДК 69.07

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ УИКСС ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ШКОЛЬНЫХ И ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Б.С. Соколов
АО «Казанский ГипроНИИавиапром», г. Казань, Россия
Е.О. Трошков
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

В статье описываются этапы проектирования сборной железобетонной несущей системы УИКСС с безблочными перекрытиями, применимой при строительстве зданий различного функционального назначения. Приводится пример выполнения первых этапов проектирования на основе каркаса трехэтажного здания школы. Описывается компоновка системы, статический расчет каркаса и предварительное конструирование элементов по результатам выполнения расчетов в соответствии с действующими нормативными документами.

DESIGN OF THE CARRIER SYSTEM UIKSS FOR SCHOOLS AND PRESCHOOL INSTITUTIONS

Abstract

The article describes the design stages of the precast reinforced concrete bearing system UIKSS with block-free ceilings, applicable in the construction of buildings of various functional purposes. An example of the first stages of design on the basis of the frame of a three-story school building is given. It describes the layout of the system, the static calculation of the frame and the preliminary design of the elements according to the results of the calculations in accordance with the applicable regulatory documents.

Несущая система УИКСС [1], являясь сборным железобетонным каркасом с безбалочными перекрытиями и штепсельными стыками элементов, применима для строительства зданий различного функционального назначения. Немаловажной задачей в современной России является увеличение количества школьных и дошкольных учреждений по причине их недостаточного количества, несоответствия имеющихся строений современным нормам, а также чрезмерного физического износа. Таким образом, вопрос проектирования и

строительства зданий рассматриваемого функционального назначения с применением несущей системы УИКСС, обладающей высокими технико-экономическими показателями, является актуальным.

При проектировании сборных железобетонных каркасных зданий с безбалочными бескапительными перекрытиями и штепсельными стыками плит с колоннами должны выполняться все необходимые расчеты конструктивных элементов по первой и второй группам предельных состояний в соответствии с действующими нормативными документами. Прочность и деформативность штепсельного стыка колонн с плитами перекрытия при этом оцениваются согласно методикам, разработанным на основе выполненных ранее исследований, включающих компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния и физические эксперименты [2, 3].

При проектировании конструкций несущей системы здания необходимо провести следующие операции:

1. Выполнить статический расчет каркаса проектируемого здания на действие вертикальных и горизонтальных нагрузок без учета податливости связей, получить значения возникающих усилий.

2. Провести расчеты и определить армирование несущих элементов (колонн и плит перекрытия) по полученным значениям усилий в соответствии с действующими нормативными документами, в том числе определить необходимую длину анкеровки выпусков арматуры в скважине и проконтролировать обеспечение прочности защитного слоя бетона в зоне заделки по требованиям [4].

3. Осуществить конструирование элементов с учетом особенностей каркаса и требований нормативной литературы.

4. Выполнить расчеты прочности стыка в монтажной и эксплуатационной стадиях на сдвиг и сжатие, в том числе внецентренное, по авторским методикам [5].

5. Провести определение осевой и сдвиговой деформативностей штепсельных стыков плит с колоннами и вычислить коэффициенты жесткости стыков. Авторская методика определения податливости изложена в работе [6].

6. В пространственную расчетную схему ввести коэффициенты жесткости и выполнить повторный статический расчет для определения усилий и перемещений с учетом деформативности штепсельных стыков.

7. По уточненным усилиям повторить выполнение шагов 2–4 данных расчетных положений.

8. В случае, если прочность стыка не обеспечена, внести корректировку в конструирование элементов (увеличить прочность

материалов и изменить армирование) с целью достижения выполнения необходимых условий прочности.

Пошаговое выполнение положений расчета позволяет производить проектирование зданий с безбалочными перекрытиями и штепсельными стыками плит с колоннами.

В качестве примера рассматривается каркас здания школы, строительство которой возможно с применением несущей системы УИКСС. Вопросы строительства школьных учреждений с использованием предлагаемой системы рассматриваются в работе [7].

Для расчета принимается трехэтажное здание с высотой этажа 3,6 м, совмещенной кровлей и подвалом высотой 2,5 м. Схема расположения несущих элементов перекрытия приведена на рисунке 1.

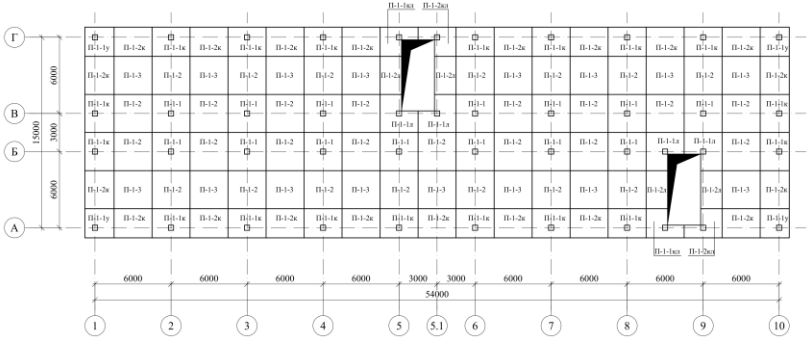


Рисунок 1 – Схема расположения несущих элементов перекрытия

Типовой размер плиты составляет в данном случае 3×3 м, то есть при строительстве используются одномодульные плиты. Надколонные плиты имеют марку П-1-1, межколонные П-1-2, пролетные П-1-3.

Рассматриваемое здание имеет конструктивную схему с полным каркасом, поэтому ограждающие конструкции монтируются непосредственно на плиты перекрытия. В связи с этим крайние и угловые плиты перекрытия имеют размеры, отличные от типовых одномодульных плит. К маркам данных плит добавлен индекс «у» (угловые) и «к» (крайние).

Необходимость организации лестничной клетки приводит к добавлению дополнительных типоразмеров плит перекрытия, указанных на рисунке 1 с индексом «л».

Стыки плит перекрытия между собой могут конструироваться по аналогии с узлами, разработанными в системе «КУБ», а также с применением штепсельных соединений или с использованием планок VS® компании «ПФАЙФЕР».

Статический расчет каркаса выполняется для определения усилий, действующих в элементах. Несущая система УИКСС относится к сборным железобетонным каркасам с безбалочными перекрытиями. Нормативным документом, который регламентирует основные положения расчета таких каркасов, является руководство [8], однако в данном документе рассматриваются расчеты капительных конструкций, при этом бескапительным внимание не уделяется. Анализ научно-технической литературы и авторские исследования, показали, что при расчете несущей системы УИКСС целесообразным является применение расчетных комплексов, реализующих метод конечных элементов.

Таким образом, определение усилий в элементах описываемого примера (здания школы) выполняется с применением программного комплекса ЛИРА-САПР.

На расчетную схему прикладывались следующие нагрузки:

- постоянная равномерно распределенная нагрузка собственного веса плит перекрытия и колонн (загружение 1);
- постоянная равномерно распределенная нагрузка на перекрытия от конструкций пола, совмещенной кровли и т.д. (загружение 2);
- нагрузка от ограждающих конструкций, передающаяся на крайние узлы плит перекрытия (загружение 3);
- временная равномерно распределенная нагрузка на перекрытия (загружение 4);
- снеговая равномерно распределенная нагрузка на покрытие (загружение 5).

По результатам статического расчета несущей системы, стыки колонн с плитами перекрытия целесообразно разделить на три вида в зависимости от комбинации возникающих в них усилий. Для выполнения дальнейших расчетов определены усилия в наиболее загруженных стыках каждого этажа с учетом их видов. Определено, что наиболее загруженными средними, крайними и угловыми стыками являются соединения, расположенные на пересечении осей «2»/«Б», «2»/«А» и «1»/«Г» соответственно.

Статический расчет каркаса позволил определить возникающие усилия, по значениям которых необходимо выполнение расчетов элементов по первой и второй группам предельных состояний в соответствии с действующими нормами.

После выполнения данных расчетов проводится предварительное конструирование основных элементов системы.

Конструирование элементов выполняется на примере колонн, расположенных в подвале и первом этаже рассматриваемого здания на

пересечении осей «2»/«А», «2»/«Б» и «1»/ «Г», а также плит перекрытия, находящихся над данными колоннами. Выполнение данного этапа необходимо для дальнейшего выполнения расчетов прочности и деформативности штепсельных стыков надколонной плиты с колоннами. Материал колонн и плит перекрытия – бетон класса В25

Колонны подвала. Армирование колонн подвала принимается идентичным за исключением диаметра продольных стержней: для колонны в осях «2»/«Б» (4Ø20 А400), в осях «2»/«А» и «1»/«Г» – 4Ø16 А400. На торцевые участки колонн при монтаже укладываются центрирующие прокладки из полосовой стали размерами 100×100×10 мм. Хомуты из полосовой стали (хомут ХП-1), заменяющие торцевые сетки косвенного армирования запроектированы из полосы 12×5 мм. Сетки косвенного армирования (сетка С-1) в оголовке колонны располагаются с шагом 100 мм в количестве 5 штук и выполняются из проволоки Ø5 В500 с размерами ячейки 110×110 мм. Ниже сеток косвенного армирования с шагом 300 мм расположены конструктивные хомуты Х-1 из проволоки Ø5 В500. Иллюстрация описанного армирования приведена на рисунке 2.

Колонны первого этажа. Продольное армирование выполняется из четырех арматурных стержней Ø16 А400. Хомуты из полосовой стали (хомут ХП-2), заменяющие торцевые сетки косвенного армирования запроектированы из полосы 12×5 мм. Сетки косвенного армирования (сетка С-1, С-2) располагаются с шагом 100 мм и выполняются из проволоки Ø5 В500. Скважины обрамляются спиральной проволокой Ø4 В500. Около скважин устанавливаются дублирующие стержни из арматуры Ø12 А400 (рис. 3).

Надколонные плиты перекрытия. В верхней зоне плиты перекрытия армируются сеткой из стержней Ø14 А400, расположенных с шагом 200 мм. Дополнительно в опорной части укладываются стержни Ø16 А400 и Ø18 А400 (рис. 4). В нижней зоне укладывается сетка Ø6 А400 с ячейкой 200×200 мм со сгущением в опорной зоне до 100×100 мм для обеспечения возможности установки поперечного армирования.

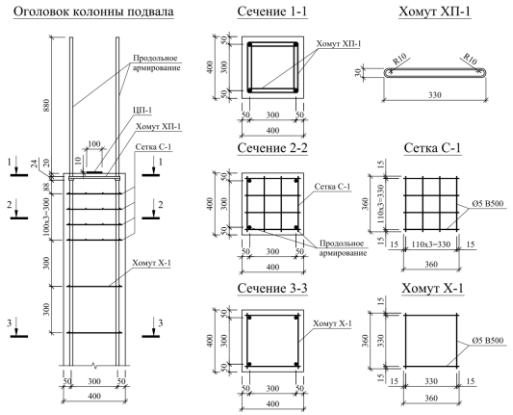


Рисунок 2 – Схема армирования оголовка колонны подвала

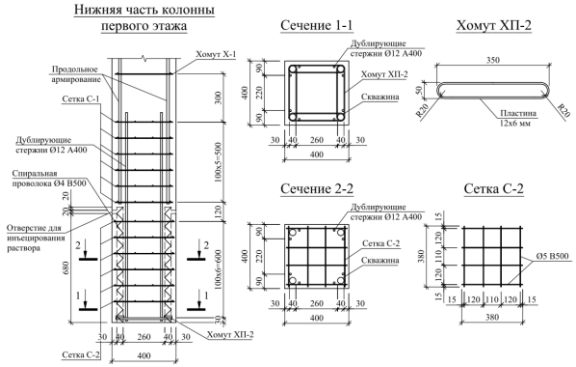


Рисунок 3 – Схема армирования нижней части колонны первого этажа

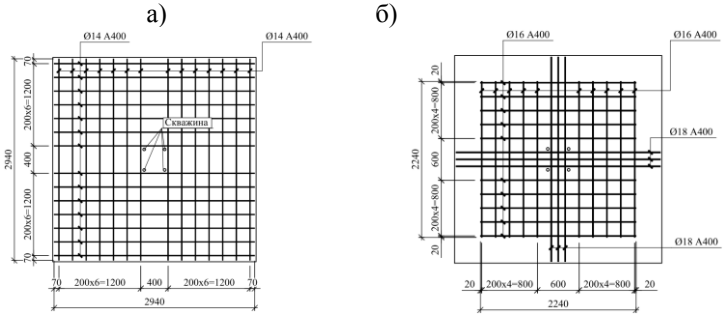


Рисунок 4 – Схемы основного (а) и дополнительного (б) верхнего армирования надколонной плиты перекрытия

Монтаж элементов данного стыка выполняется в следующей последовательности:

1. На торец нижней колонны укладывается центрирующая прокладка.

2. Производится «сухой» монтаж и выверка плиты перекрытия в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Плита опирается на центрирующую прокладку и четыре предварительно установленных стойки (треноги), которые имеют регулировку по высоте.

3. На плиту перекрытия устанавливается центрирующая прокладка.

4. Выполняется установка колонн следующего этажа в проектное положение и закрепление расчалками.

5. На оголовок нижней и основание верхней колонны надеваются стальные кондуктора, состоящие из уголков с технологическими отверстиями и крепежных элементов.

6. Через отверстия в верхней колонне в скважины под давлением подается раствор инъецирования. Контроль заполнения швов выполняется с помощью технологических отверстий в стальных кондукторах, в которые устанавливают пробки по мере появления в них раствора.

7. Производится демонтаж подпорных стоек плиты перекрытия и стальных кондукторов.

После выполнения предварительного конструирования элементов, которое позволило получить необходимые исходные данные, следует переходить к следующему этапу проектирования каркаса УИКСС, состоящему в проверке прочности и деформативности штепсельных стыков надколонной плиты с колоннами и дальнейшему расчету каркаса с учетом податливости соединений [5, 6].

Литература

1. Универсальная индустриальная каркасная система строительства - Татарстан (УИКСС-Татарстан) : пат. 141473 Российская Федерация: МПК E04B1/20 / Соколов Б.С. ; заявитель и патентообладатель Соколов Б.С. - №2013128714/03; заявл. 24.06.2013; опубл. 10.06.2014.

2. Соколов, Б.С. Сравнение результатов компьютерного моделирования и экспериментальных исследований штепсельных стыков сборных железобетонных колонн с плитами перекрытий / Б.С. Соколов, Е.О. Трошков // Жилищное строительство. – 2017. – № 7. – С. 41-46.

3. Sokolov B.S. Computer modelling of the stress-strain state of plug-in connections of reinforced concrete columns with the coverage plates under the out-of-square eccentric compression / B.S. Sokolov, E.O. Troshkov// International Journal for Computational Civil and Structural Engineering, 2018, No 3, pp. 134-143.

4. Рекомендации по проектированию и выполнению контактных стыков с обрывом арматуры в железобетонных колоннах многоэтажных зданий. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1985. – 49 с.

5. Соколов, Б.С. Реконструкция и новое строительство зданий легкой промышленности с использованием несущей системы «УИКСС» / Б.С. Соколов, Е.О. Трошков // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 2(368). – С. 237-241.

6. Соколов, Б.С. Деформативность штепсельных стыков сборных железобетонных плит перекрытий с колоннами в несущей системе УИКСС / Б.С. Соколов, Е.О. Трошков // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 3(62). – С. 32-39.

7. Соколов, Б.С. К строительству экошкол с использованием универсальной индустриальной каркасной системы строительства УИКСС-Татарстан / Б.С. Соколов, К.А. Фабричная // Жилищное строительство. – 2015. – №2. – С. 9-13.

8. Руководство по проектированию железобетонных конструкций с безбалочными перекрытиями / НИИЖБ Госстроя СССР, ЦНИИпромзданий Госстроя СССР, Уральский Промстройниипроект Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1978. – 66 с.

Ключевые слова: несущая система, железобетонный каркас, проектирование зданий, штепсельные стыки, безбалочные перекрытия.

Key words: carrier system, reinforced concrete frame, building design, bullet connection, socket joint, flat slab floor system.

Соколов Борис Сергеевич - д.т.н., профессор, чл.-корр. РААСН, научный консультант АО «Казанский Гипрониавиапром», e-mail sbs.1942@mail.ru

Трошков Евгений Олегович – к.т.н., доцент кафедры строительных конструкций и водоснабжения ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», e-mail troshkoveo@mail.ru

Sokolov Boris Sergeyevich, doctor of technical sciences, professor, scientific consultant, JSC «Kazan Giproniiaviaprom», e-mail sbs.1942@mail.ru.

Troshkov Evgeniy Olegovych, candidate of technical sciences, associate professor of the department of building constructions and water supply of the Volga State University of Technology, e-mail troshkoveo@mail.ru.

Для цитирования:

Соколов Б.С. Проектирование несущей системы УИКСС для строительства школьных и дошкольных учреждений / Б.С. Соколов, Е.О. Трошков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 184 - 192.

Citation:

Sokolov B.S. Design of the carrier system UIKSS for schools and preschool institutions / B.S. Sokolov, E.O. Troshkov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 184 - 192.

УДК69.056.52

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТЫКА ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ В КАРКАСЕ «УИКСС» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕТЛЕВИДНЫХ ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Б.С. Соколов
АО «Казанский Гипрониавиапром», г.Казань, Россия
Ю.В. Миронова
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г.Казань, Россия

Аннотация.
Приведено новое конструктивное решение горизонтального стыка плит перекрытия в каркасе «УИКСС». На основании многофакторного численного моделирования получены данные о напряженно-деформированном состоянии при работе стыка на сдвиг, позволяющие оценить податливость соединения.

A CONSTRUCTIVE SOLUTION OF THE HORIZONTAL JOINT OF THE SLABS IN THE FRAME OF THE «UIKSS», USING LOOP-EMBEDDED PARTS

Abstract.
A new design solution of the horizontal joint of floor slabs in the frame «UIKSS» is given. On the basis of multivariate numerical simulation data on the stress-strain state at the joint shear, allowing to assess the compliance of the compound.

Несмотря на широкое распространение монолитного строительства, сборный железобетон не сдает своих позиций. Его применение обусловлено быстровозводимостью, экономичностью, применением типовых решений, высокой степенью контроля в процессе изготовления конструкций и другими преимуществами. Принимая во внимание преимущества в технологии и качестве выполнения работ, сегодня строительство каркасных зданий жилого и административного назначения из сборных железобетонных элементов является актуальным, поэтому целесообразно усовершенствование уже имеющихся конструктивных решений.

Одним из применяемых каркасов является безригельный каркас по системе «УИКСС» [2], особенностью которого является жёсткое закрепление плит перекрытий на колоннах и шарнирное соединение между собой за счёт замоноличивания шпонок. Размеры плит

перекрытия запроектированы так, чтобы стыки панелей располагались в зонах нулевых изгибающих моментов. Конструктивным решением горизонтального стыка плит перекрытия при возведении каркасов по системе «УИКСС» является стык конструкции академика Г.П. Передерия.

Современным решением соединения сборных железобетонных элементов является применение петлевидных закладных деталей из гибких петель, обладающих рядом преимуществ [1,3,4]. Сегодня существуют специальные закладные петли из канатной или тросовой арматуры (Германия, Финляндия, Эстония и др.), устанавливаемые в форму сборных изделий в виде компактных «коробочек». Тросовые петли широко используются в Европе для соединения между собой сборных железобетонных элементов, например, между стеновыми панелями в панельном домостроении или при соединении стеновой панели с колонной в каркасно-ригельных системах. Применение подобных деталей в стыках является технологичным решением, экономит время при изготовлении железобетонных изделий и их монтаже, сокращает количество металла в элементе и не требует применения монтажной сварки. Также отсутствует необходимость оштукатуривания мест установки закладных деталей. Однако вопрос о применении и работе петлевых соединений сборных железобетонных конструкций недостаточно изучен.

С целью упрощения технологии монтажа и снижения трудоемкости работ при возведении перекрытий по системе «УИКСС» предлагается применение петлевидных закладных деталей в горизонтальных стыках. Было разработано конструктивное решение и определено напряженно-деформированное состояние горизонтального стыка перекрытий с использованием гибких петель «PFEIFER» (рис.1).

Рассматриваемый стык железобетонных плит перекрытия, образован армированными шпоночными соединениями из петлевидных закладных деталей. В ходе численного моделирования варьировались: количество расположенных по стыку закладных деталей; расстояния между закладными деталями; марка бетона замоноличивания стыка.

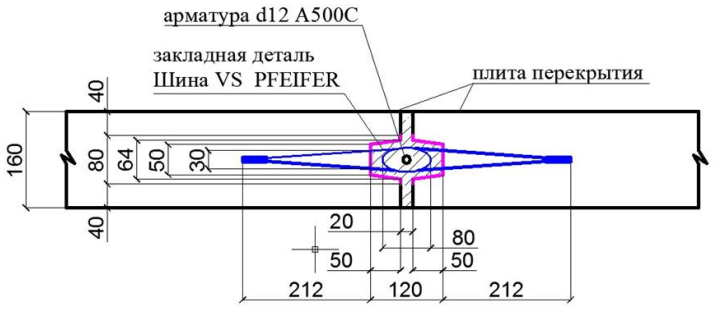


Рис. 1. Конструктивное решение стыка. Сечение.

Модель для проведения эксперимента на сдвиг представляет собой стык двух сборных железобетонных панелей перекрытия размером 2,98х2,98м толщиной 160 мм. Ширина стыка 120мм. Шпонки имеют размеры 120х64х20мм. Бетон панелей перекрытия тяжелый класса В25, стык замоноличивается мелкозернистым бетоном, класс которого варьируется в ходе численного эксперимента: В20, В25 и В30. Арматурный стержень круглого сечения диаметром 12 мм аналогично конструктивному решению стыка по системе «УИКСС», взятого за основу. Анкер из гибкой арматуры задан канатом ТК 1х19(1+6+12) Ø8,1мм.

Для верификации использованы данные натурного эксперимента по исследованию НДС вертикального стыка стеновых панелей с гибкими петлями, проведенные под руководством Б.С. Соколова [1]. В результате получено, что разрушающая нагрузка и характер разрушения, полученные численным моделированием сопоставимы с данными физического эксперимента.

Численное исследование напряженно-деформированного состояния горизонтального бессварного стыка плит перекрытия проводилось в программном комплексе ЛИРА-САПР 2013 R5. Принята следующая модель: плиты перекрытия и стык образованы объемными конечными элементами с размерами граней не более 12 см, одна из плит по контуру имеет жесткие связи. Для объемных КЭ моделей использовались физико-механические характеристики бетона замоноличивания и бетона сборного элемента, соответствующие свойствам материалов. Канатные петли закладных деталей, а также арматурный стержень заданы стержневыми конечными элементами. Податливость сопряжения плит моделировалась двухузловыми конечными элементами упругой связи (КЭ55). Нагрузка поэтапно прикладывалась к торцу левой панели перекрытия.

На основании численного моделирования горизонтальных шпоночных соединений определено их напряженно-деформированное состояние при восприятии сдвиговых усилий. Установлен характер разрушения образцов на действие сдвигающего усилия на горизонтальный стык. Несущая способность одношпоночных стыков почти в 3 раза ниже, чем двушпоночных, при увеличении класса бетона замоноличивания несущая способность стыков на сдвигающие нагрузки практически не изменяется. Установлен момент трещинообразования и характер разрушения горизонтальных шпоночных стыков плит перекрытия с гибким поперечным армированием при восприятии сдвиговых усилий: трещины образуются в растянутой зоне стыка по контакту бетона плиты и бетона стыка, разрушение происходит по бетону замоноличивания. Момент трещинообразования при увеличении класса бетона в стыке увеличивается; жесткость стыка прямо пропорционально зависит от количества образованных закладными деталями шпонок по длине стыка. Численный эксперимент показал, что податливость одношпоночного соединения почти в 2 раза выше, чем податливость двухшпоночного стыка. При этом установлено, что при большем расстоянии между шпонками (вариант стыка №2) податливость стыка меньше, чем при близком расположении шпонок относительно друг друга (вариант стыка №3).

Определены разрушающие нагрузки для всех вариантов сопряжения плит: для одношпоночного соединения она составляет 29,8кН, для двух рассмотренных вариантов стыка с двумя шпонками – 80,5 кН (вариант №2) и 74,5кН (вариант №3). При сравнении несущей способности двухшпоночных стыков и стыка по системе УИКСС, отмечается сопоставимость полученных результатов. Расхождение составляет 4,1% и 12,55% соответственно. Получены максимальные перемещения конечных элементов в стыке и рассчитаны значения податливости стыков при работе на стадии до образования трещин и после образования трещин. Отмечается схожий характер работы исследуемого стыка с существующим решением стыка по системе «УИКСС».

Полученные в ходе численного исследования значения прочности и жесткости моделей стыков сопоставимы с результатами ранее проведенных исследований подобных конструкций [1]. На основании чего, можно сделать вывод о корректности и применимости модели изучаемого сопряжения плит перекрытия.

По результатам численного исследования для проектирования рекомендуется применение варианта стыка №2 – двухшпоночное

соединение железобетонных плит перекрытия размером 2980х2980мм, образованное закладными деталями Шина VS «PFEIFER» (VS 50/200) и мелкозернистым бетоном класса В25. Закладные детали располагаются на расстоянии 520 мм друг от друга с отступом от торцов плит на расстояние 40мм (для обеспечения армозащитного слоя), шпонки имеют размеры 120х64х20 мм.

Разрушающая сдвиговая нагрузка для стыка №2 составила 80,5кН, характер разрушения – образование и развитие трещин по контакту сборной панели и монолитного бетона стыка. Момент трещинообразования – 35,8 кН, что составляет 44,5% от величины разрушающей нагрузки. Величина сдвиговой податливости стыка при упругой стадии составила $0,97*10^{-6}$ м/кН, на стадии после образовании трещин $–3,92*10^{-6}$ м/кН.

Литература

1. Соколов Б.С., Миронова Ю.В. Прочность и податливость вертикальных стыков стеновых панелей с использованием гибких петель. Жилищное строительство. № 5. 2014г. с. 60-62.

2. Патент 141473 РФ, МПК Е04В. Универсальная индустриальная каркасная система строительства – Татарстан / Соколов Б.С. Опубл. 10.06.2014. [Электронный ресурс] Банк патентов. Режим доступа: http://bankpatentov.ru/ node/597203 .

3. Миронова Ю.В., Абдрахимова Н.С., Халиуллин А.Р. Повышение сопротивляемости несущей системы бескаркасного здания с бессварными стыками прогрессирующему разрушению Известия КГАСУ №4(38)/2016, Казань: КазГАСУ, 2016.

4. Зенин С.А. Проектирование жилых крупнопанельных домов с применением бессварных стыков на тросовых петлевидных соединениях // Жилищное строительство, 2013, № 7. – с. 14 – 15.

Ключевые слова: петлевидные закладные детали «PFEIFER», бессварные стыки плит перекрытий, горизонтальные стыки, каркас «УИКСС».

Key words: loop-embedded parts «PFEIFER», the joints of the slabs, the horizontal joints of the frame «UIKSS».

Соколов Борис Сергеевич – д.т.н., чл.-корр. РААСН, профессор АО «Казанский Гипронииавиапром»

Миронова Юлия Викторовна – к.т.н., доцент кафедры ЖБиКК ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

Sokolov Boris Sergeyevich, doctor of technical sciences, corresponding member RAASN, professor of JSC «Kazan Giproniiaviaprom»

Mironova Yuliya Victorovna – candidate of technical sciences, associate professor of department chairman of reinforced concrete and masonry structures, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan State Architectural and Construction University», e-mail yul.mironova2018@mail.ru

Для цитирования:

Соколов Б.С. Конструктивное решение горизонтального стыка плит перекрытия в каркасе «УИКСС» с использованием петлевидных закладных деталей/ Б.С. Соколов, Ю.В. Миронова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 193 - 198.

Citation:

Sokolov B.S. A constructive solution of the horizontal joint of the slabs in the frame of the «UIKSS», using loop-embedded parts / B.S. Sokolov, Mironova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 193 - 198.

УДК 539.3: 624.04

УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ДЛЯ ОРТОТРОПНЫХ МАТЕРИАЛОВ, МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОТОРЫХ ЗАВИСЯТ ОТ ВИДА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ

А.А. Трещев, Ю.А. Монастырев, В.Д. Чибрикина
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Аннотация

Предложен вариант потенциала деформаций для ортотропных разносопротивляющихся материалов, сформулированный в рамках нормированного пространства напряжений, связанного с главными осями анизотропии материала. На основе представленного потенциала получены уравнения состояния для ортотропных материалов, механические характеристики, которых зависят от вида напряженного состояния и допускающих квазилинейную аппроксимацию диаграмм деформирования. Проверена энергетическая непротиворечивость потенциала для широкого круга композитных материалов.

THE STATE EQUATION FOR ORTHOTROPIC MATERIALS, THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF WHICH DEPEND ON THE TYPE OF STRESS STATE

Abstract

A variant of the potential deformations for orthotropic different resistant materials formulatedtion within the normalized space of stresses associated with the principal axes of anisotropy of the material. On the basis of the presented potential, the equations of state for orthotropic materials, mechanical characteristics, which depend on the type of stress state and allow quasilinear approximation of deformation diagrams, are obtained. The energy consistency of the potential for a wide range of composite materials has been tested.

В работах [1 – 3] на основе анализа многочисленных экспериментальных данных по деформированию анизотропных разносопротивляющихся материалов [4 – 8] были предложены нелинейные потенциальные соотношения между деформациями и напряжениями для ортотропных материалов в виде:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + \ldots, \qquad (1)$$

где $W = W(\sigma_{11},\ \sigma_{22},\ \sigma_{33},\ \tau_{12}\tau_{21},\ \tau_{23}\tau_{32},\ \tau_{31}\tau_{13},\ \tau_{12}\tau_{23}\tau_{31})$, W_n — однородный многочлен степени $n+1$ по напряжениям.

Коэффициенты, входящие в разложение (1) должны являться параметрами материала, которые зависят от вида напряженного состояния и подлежат экспериментальному определению. Так для в случае квазиквадратичного разложения имеем:

$$W_1 = A_1\sigma_{11}^2 + A_2\sigma_{22}^2 + A_3\sigma_{33}^2 + A_4\sigma_{11}\sigma_{22} + A_5\sigma_{22}\sigma_{33} + \\ + A_6\sigma_{33}\sigma_{11} + A_7\tau_{12}\tau_{21} + A_8\tau_{23}\tau_{32} + A_9\tau_{31}\tau_{13}. \qquad (2)$$

Число слагаемых в разложении (1) с ростом n быстро увеличивается. Так, при $n=2$ получим:

$$W_2 = B_1\sigma_{11}^3 + B_2\sigma_{22}^3 + B_3\sigma_{33}^3 + B_4\sigma_{11}^2\sigma_{22} + B_5\sigma_{11}\sigma_{22}^2 + \\ + B_6\sigma_{22}^2\sigma_{33} + B_7\sigma_{22}\sigma_{33}^2 + B_8\sigma_{33}^2\sigma_{11} + B_9\sigma_{33}\sigma_{11}^2 + \\ + B_{10}\sigma_{11}\sigma_{22}\sigma_{33} + B_{11}\sigma_{11}\tau_{12}^2 + B_{12}\sigma_{11}\tau_{23}^2 + B_{13}\sigma_{11}\tau_{31}^2 + \\ + B_{14}\sigma_{22}\tau_{12}^2 + B_{15}\sigma_{22}\tau_{23}^2 + B_{16}\sigma_{22}\tau_{31}^2 + B_{17}\sigma_{33}\tau_{12}^2 + B_{18}\sigma_{33}\tau_{23}^2 + \\ + B_{19}\sigma_{33}\tau_{31}^2 + B_{20}\tau_{12}\tau_{13}\tau_{23}. \qquad (3)$$

При $n=3$ количество слагаемых достигает уже 42.

В работах [1 – 3] разложение (1) ограничено параметром $n=2$. При этом в выражениях (2) и (3) для разносопротивляющихся материалов параметры A_k и B_k являются функциями, определяющими вид напряженного состояния. Было предложено их представлять в виде комбинаций нормированных напряжений [9 – 11]:

$$\alpha_{ij} = \sigma_{ij}/S; \qquad (i, j = 1,2,3), \qquad (4)$$

где $$S = \sqrt{\sigma_{ij}\sigma_{ij}} = \sqrt{\sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2 + \sigma_{33}^2 + 2\tau_{12}^2 + 2\tau_{23}^2 + 2\tau_{13}^2}. \qquad (5)$$

При этом нормированные напряжения связаны условием нормировки [1 – 3, 9 – 11]:

$$\alpha_{ij}\alpha_{ij} = \alpha_{11}^2 + \alpha_{22}^2 + \alpha_{33}^2 + 2\alpha_{12}^2 + 2\alpha_{23}^2 + 2\alpha_{13}^2 = 1. \qquad (6)$$

Параметры A_k и B_k представлены следующими функциями:

$$\begin{aligned}
&A_k = A_{kk} + A_{km}\alpha_{nn} && \text{– для } k = 1,2,3;\\
&A_k = A_{kk} + A_{km}(\alpha_{nn} + \alpha_{pp}) && \text{– для } k = 4,5,6;\\
&A_k = A_{kk} + A_{km}\sqrt{2}\alpha_{np} && \text{– для } k = 7,8,9;\\
&B_k = B_{kk} + B_{km}\alpha_{nn} && \text{– для } k = 1,2,3;\\
&B_k = B_{kk} + B_{km}(\alpha_{nn} + \alpha_{pp}) && \text{– для } k = 4,\ldots 9;
\end{aligned} \qquad (7)$$

$$B_k = B_{kk} + B_{km}(\alpha_{nn} + \alpha_{pp} + \alpha_{qq}) \qquad \text{– для } k = 10;$$

$$B_k = B_{kk} + B_{km}(\alpha_{nn} + \sqrt{2}\alpha_{qp}) \qquad \text{– для } k = 11,\ldots,19;$$

$$B_k = B_{kk} + \sqrt{2}B_{km}(\alpha_{np} + \alpha_{qr} + \alpha_{st}) \qquad \text{– для } k = 20.$$

Уравнения связи компонентов тензоров деформаций и напряжений для нелинейно ортотропных материалов определяются в главных осях анизотропии на основе потенциала деформаций (1) – (3) в соответствии с формулами Кастильяно:

$$e_{ij} = \frac{\partial W}{\partial \sigma_{ij}}; \qquad (i, j = 1,2,3). \tag{8}$$

Из анализа предложенного нелинейного потенциала $W = W_1 + W_2$ видно, что для определения всех констант необходимо провести достаточно большой объем экспериментальных исследований, включая опыты, реализующие комплексы сложных напряженных состояний, например, различных двухосных, трехосных растяжений-сжатий и даже опыты по одновременному сдвигу в трех главных взаимно ортогональных плоскостях, а это в настоящее время весьма проблематично. Однако в современном строительстве и других отраслях промышленности в настоящее время получили широкое применение конструкционные ортотропные материалы, механические свойства, которых не соответствуют классическим представлениям об упругопластическом деформировании твердых тел [4 – 8]. Поэтому для сооружений, деталей машин и аппаратов, выполненных из подобных материалов, необходимо выполнять деформационные и прочностные расчеты с максимально возможной точностью. Данная ситуация позволяет на современном этапе ограничить разложение (1) квазиквадратичным представлением (2), заменив при этом функции A_7, A_8, A_9 константами [9, 10], что поясним ниже. В этом случае потенциал деформаций принимает вид:

$$W_1 = 0,5(A_{1111} + \tilde{A}_{1111}\alpha_{11})\sigma_{11}^2 + 0,5(A_{2222} + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22})\sigma_{22}^2 + 0,5(A_{3333} +$$
$$+ \tilde{A}_{3333}\alpha_{33})\sigma_{33}^2 + [A_{1122} + \tilde{A}_{1122}(\alpha_{11} + \alpha_{22})]\sigma_{11}\sigma_{22} + [A_{2233} +$$
$$+ \tilde{A}_{2233}(\alpha_{22} + \alpha_{33})]\sigma_{22}\sigma_{33} + [A_{3311} + \tilde{A}_{3311}(\alpha_{33} + \alpha_{11})]\sigma_{33}\sigma_{11} +$$
$$+ A_{1212}\tau_{12}^2 + A_{2323}\tau_{23}^2 + A_{3131}\tau_{31}^2. \tag{9}$$

Продифференцировав потенциал (9) по формулам Кастильяно (8), получим следующие квазилинейные уравнения состояния для ортотропных разносопротивляющихся материалов:

$$e_{11} = \{(A_{1111} + \tilde{A}_{1111}\alpha_{11}) + 0{,}5\tilde{A}_{1111}\alpha_{11}[\alpha_{22}^2 + \alpha_{33}^2 + 2(\alpha_{12}^2 + \alpha_{23}^2 + \alpha_{31}^2)] -$$
$$-0{,}5(\tilde{A}_{2222}\alpha_{22}^3 + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33}^3) + (1-\alpha_{11})[\tilde{A}_{1122}\alpha_{22}(\alpha_{22}^2 + \alpha_{33}^2 + 2(\alpha_{12}^2 + \alpha_{23}^2 +$$
$$+\alpha_{31}^2)) + \tilde{A}_{1133}\alpha_{33}] - \tilde{A}_{2233}\alpha_{22}\alpha_{33}(\alpha_{22} + \alpha_{33})\}\sigma_{11} + [A_{1122} +$$
$$+\tilde{A}_{1122}(\alpha_{11} + \alpha_{22})]\sigma_{22} + [A_{1133} + \tilde{A}_{1133}(\alpha_{11} + \alpha_{33})]\sigma_{33};$$
$$e_{22} = [A_{1122} + \tilde{A}_{1122}(\alpha_{11} + \alpha_{22})]\sigma_{11} + \{(A_{2222} + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22}) +$$
$$+0{,}5\tilde{A}_{2222}\alpha_{22}[\alpha_{11}^2 + \alpha_{33}^2 + 2(\alpha_{12}^2 + \alpha_{23}^2 + \alpha_{31}^2)] - 0{,}5(\tilde{A}_{1111}\alpha_{11}^3 + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33}^3) +$$
$$+(1-\alpha_{22})[\tilde{A}_{2233}\alpha_{33}(\alpha_{11}^2 + \alpha_{33}^2 + 2(\alpha_{12}^2 + \alpha_{23}^2 + \alpha_{31}^2)) + \tilde{A}_{1133}\alpha_{33}] -$$
$$-\tilde{A}_{1133}\alpha_{11}\alpha_{33}(\alpha_{11} + \alpha_{33})\}\sigma_{22} + [A_{2233} + \tilde{A}_{2233}(\alpha_{22} + \alpha_{33})]\sigma_{33}; \quad (10)$$
$$e_{33} = [A_{1133} + \tilde{A}_{1133}(\alpha_{11} + \alpha_{33})]\sigma_{11} + [A_{2233} + \tilde{A}_{2233}(\alpha_{22} + \alpha_{33})]\sigma_{22} +$$
$$+\{(A_{3333} + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33}) + 0{,}5\tilde{A}_{3333}\alpha_{33}[\alpha_{11}^2 + \alpha_{22}^2 + 2(\alpha_{12}^2 + \alpha_{23}^2 + \alpha_{31}^2)] -$$
$$-0{,}5(\tilde{A}_{1111}\alpha_{11}^3 + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22}^3) + (1-\alpha_{33})[\tilde{A}_{1133}\alpha_{11}(\alpha_{11}^2 + \alpha_{22}^2 + 2(\alpha_{12}^2 + \alpha_{23}^2 +$$
$$+\alpha_{31}^2)) + \tilde{A}_{2233}\alpha_{22}] - \tilde{A}_{1122}\alpha_{11}\alpha_{22}(\alpha_{11} + \alpha_{22})\}\sigma_{33};$$
$$\gamma_{12} = [A_{1212} - (\tilde{A}_{1111}\alpha_{11}^3 + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22}^3 + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33}^3) - 2\tilde{A}_{1122}\alpha_{11}\alpha_{22}(\alpha_{11} + \alpha_{22}) -$$
$$-2\tilde{A}_{2233}\alpha_{22}\alpha_{33}(\alpha_{22} + \alpha_{33}) - 2\tilde{A}_{1133}\alpha_{11}\alpha_{33}(\alpha_{11} + \alpha_{33})]\tau_{12};$$
$$\gamma_{23} = [A_{2323} - (\tilde{A}_{1111}\alpha_{11}^3 + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22}^3 + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33}^3) - 2\tilde{A}_{2233}\alpha_{22}\alpha_{33}(\alpha_{22} + \alpha_{33}) -$$
$$-2\tilde{A}_{1133}\alpha_{11}\alpha_{33}(\alpha_{11} + \alpha_{33}) - 2\tilde{A}_{1122}\alpha_{11}\alpha_{22}(\alpha_{11} + \alpha_{22})]\tau_{23};$$
$$\gamma_{31} = [A_{1313} - (\tilde{A}_{1111}\alpha_{11}^3 + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22}^3 + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33}^3) - 2\tilde{A}_{1133}\alpha_{11}\alpha_{33}(\alpha_{11} + \alpha_{33}) -$$
$$-2\tilde{A}_{1122}\alpha_{11}\alpha_{22}(\alpha_{11} + \alpha_{22}) - 2\tilde{A}_{2233}\alpha_{22}\alpha_{33}(\alpha_{22} + \alpha_{33})]\tau_{31}.$$

Очевидно, что константы потенциала деформаций (9) можно определить по результатам обработки данных испытания образцов ортотропного материала на одноосное растяжение и одноосное сжатие поочередно вдоль главных осей анизотропии, откуда можно получить модули деформации (секущие модули упругости по методу наименьших квадратов) $E_k^{\pm}$ и коэффициенты поперечной деформации $\nu_{ij}^{\pm}$, а также – из экспериментов на сдвиг в главных плоскостях

анизотропии, откуда устанавливаются модули сдвига во взаимно ортогональных главных плоскостях анизотропии G_{ij}.

Из экспериментов на одноосное растяжение и одноосное сжатие вдоль главной оси анизотропии x_1 получим:

$$1/E_1^+ = A_{1111} + \tilde{A}_{1111}; \quad -\nu_{21}^+ = (A_{1122} + \tilde{A}_{1122})/(A_{1111} + \tilde{A}_{1111});$$
$$-\nu_{31}^+ = (A_{1133} + \tilde{A}_{1133})/(A_{1111} + \tilde{A}_{1111}); \quad 1/E_1^- = A_{1111} - \tilde{A}_{1111}; \quad (11)$$
$$-\nu_{21}^- = (A_{1122} - \tilde{A}_{1122})/(A_{1111} - \tilde{A}_{1111}); \quad -\nu_{31}^- = (A_{1133} - \tilde{A}_{1133})/(A_{1111} - \tilde{A}_{1111}),$$

вдоль главной оси анизотропии x_2:

$$1/E_2^+ = A_{2222} + \tilde{A}_{2222}; \quad -\nu_{12}^+ = (A_{1122} + \tilde{A}_{1122})/(A_{2222} + \tilde{A}_{2222});$$
$$-\nu_{32}^+ = (A_{2233} + \tilde{A}_{2233})/(A_{2222} + \tilde{A}_{2222}); \quad 1/E_2^- = A_{2222} - \tilde{A}_{2222}; \quad (12)$$
$$-\nu_{12}^- = (A_{1122} - \tilde{A}_{1122})/(A_{2222} - \tilde{A}_{2222}); \quad -\nu_{32}^- = (A_{2233} - \tilde{A}_{2233})/(A_{2222} - \tilde{A}_{2222}),$$

вдоль главной оси анизотропии x_3:

$$1/E_3^+ = A_{3333} + \tilde{A}_{3333}; \quad -\nu_{13}^+ = (A_{1133} + \tilde{A}_{1133})/(A_{3333} + \tilde{A}_{3333});$$
$$-\nu_{23}^+ = (A_{2233} + \tilde{A}_{2233})/(A_{3333} + \tilde{A}_{3333}); \quad 1/E_3^- = A_{3333} - \tilde{A}_{3333}; \quad (13)$$
$$-\nu_{13}^- = (A_{1133} - \tilde{A}_{1133})/(A_{3333} - \tilde{A}_{3333}); \quad -\nu_{23}^- = (A_{2233} - \tilde{A}_{2233})/(A_{3333} - \tilde{A}_{3333}).$$

Из экспериментов на чистый сдвиг в соответствующих главных плоскостях получим:

$$1/G_{12} = A_{1212}; \quad 1/G_{23} = A_{2323}; \quad 1/G_{13} = A_{1313}. \quad (14)$$

Принимая во внимание зависимости (11) – (14) определим константы потенциала через технические постоянные следующим обра-
зом:

$$A_{kkkk} = (1/E_k^+ + 1/E_k^-)/2; \quad \tilde{A}_{kkkk} = (1/E_k^+ - 1/E_k^-)/2;$$
$$A_{iijj} = -(\nu_{ij}^+/E_j^+ + \nu_{ij}^-/E_j^-)/2; \quad \tilde{A}_{iijj} = -(\nu_{ij}^+/E_j^+ - \nu_{ij}^-/E_j^-)/2; \quad (15)$$
$$A_{ijij} = 1/G_{ij}; \ \nu_{ij}^+/E_j^+ = \nu_{ji}^+/E_i^+; \ \nu_{ij}^-/E_j^- = \nu_{ji}^-/E_i^-, \quad i,j,k = 1,2,3.$$

При определении констант потенциала необходимо проводить проверку энергетической непротиворечивости в соответствии с требованиями постулата Дуккера [9]:

$$\delta e_{ij}\delta\sigma_{ij} = \frac{\partial^2 W_1}{\partial\sigma_{km}\partial\sigma_{ij}}\delta\sigma_{km}\delta\sigma_{ij} \geq 0. \quad (16)$$

В работах [9, 10] приведены механические характеристики широкого круга конструкционных композитных материалов, экспериментальные данные для которых заимствованы из следующих работ: Т300/5208, AVCO Mod3a [4]; AR, PR [5]; 16К9-27 /ATJ-S [6]; П32-57, П36-50, П41-42 [12]; графит ATJ-S [13]; стеклопластики [14], [15]. В этих работах кроме технических констант материалов $E_k^{\pm}$, $\nu_{ij}^{\pm}$ и G_{ij} дополнительно приведены параметры $E_{ij}^{\pm}$ – модули деформаций при растяжении и сжатии в направлениях под углом 45^{O} к соответствующим главным осям анизотропии.

Предложенные уравнения связи деформаций и напряжений с учетом получаемых из экспериментов констант для всех ортотропных композитов [4 – 8, 12 – 15] удовлетворяют ограничениям (16).

Литература

1. Трещев А.А. Потенциальная зависимость между деформациями и напряжениями для ортотропных физически нелинейных материалов / А.А.Трещев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – Орел: ОГУ. – 2017. – № 4-1 (324). – С. 71 – 74.

2. Трещев А.А. Удельная дополнительная работа деформирования ортотропных физически нелинейных материалов / А.А.Трещев, Ю.А.Монастырев, В.Д.Чибрикина // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: 13-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. – Тула: ТулГУ, 2017. – Т. 2. - С. 208 – 212.

3. Трещев А.А. Нелинейные определяющие соотношения для ортотропных разносопротивляющихся материалов / А.А.Трещев // Сборник материалов XVIII Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и промышленности». – Тула: ТулГУ. – 2017. – С. 180 – 184.

4. Schmueser D.W. Nonlinear Stress-Strain and Strength Response of Axisymmetric Bimodulus Composite Material Shells / D.W.Schmueser // AIAA Journal. – 1983. – Vol. 21. – №12. – P. 1742 – 1747.

5. Reddy L.N. On the Behavior of Plates Laminated of Bimodulus Composite Materials / L.N.Reddy, C.W.Bert // ZAMM. – 1982. – Vol. 62. – № 6. – P. 213 – 219.

6. Jones R.M. A Nonsymmetric Compliance Matrix Approach to Nonlinear Multimodulus Ortotropic Materials / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1977. – Vol. 15. – № 10. – P. 1436 – 1443.

7. Jones R.M. Modeling Nonlinear Deformation of Carbon-Carbon Composite Material / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1980. – Vol. 18. - № 8. – P. 995 – 1001.

8. Jones R.M. Bucling of Stiffened Multilayered Circular Shells with Different Ortotropic Moduli in Tension and Compression / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1971. – Vol. 9. – № 5. – P. 917 – 923.

9. Трещев А.А. Теория деформирования и прочности материалов с изначальной или наведенной чувствительностью к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения / А.А. Трещев // Москва – Тула: РААСН – ТулГУ, 2016. – 328 с.

10. Трещев А.А. Анизотропные пластины и оболочки из разносопротив-ляющихся материалов / А.А. Трещев // Москва – Тула: РААСН – ТулГУ, 2007. – 160 с.

11. Трещев А.А. Определяющие соотношения для нелинейных анизотропных материалов, чувствительных к виду напряженного состояния / А.А.Трещев, Д.А.Ромашин // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – Н.Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2011. – №4. Часть 4. – С. 1740-1742.

12. Розе А.В. Трехармированные тканые материалы / А.В.Розе, И.Г.Жигун, М.Н.Душин // Механика полимеров. – 1970. – №3. – с. 471–476.

13. Jones R.M., Theoretical-experimental correlation of material models for non-linear deformation of graphite / R.M.Jones, D.A.R.Nelson // AIAA Journal. – 1976. – Vol. 14 – №10. – P. 1427–1435.

14. Jones R.M. Stress-Strain Relations for Materials with Different Moduli in Tension and Compression / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1977. – Vol. 15. – №1. – P. 16–25.

15. Золочевский А.А. Расчет анизотропных оболочек из разномодульных материалов при неосесимметричном нагружении / А.А.Золочевский, В.Н.Кузнецов // Динамика и прочность тяжелых машин. – Днепропетровск: ДГУ, 1989. – С. 84–92.

Ключевые слова: ортотропный материал; квазилинейная аппроксимация; нормированное пространство напряжений; механические характеристики материала, зависящие от вида напряженного состояния, потенциал деформаций.

Key words: orthotropic material; quasi-linear approximation; normalized stress space; mechanical characteristics of the material depending on the type of stress state, deformation potential.

А.А. Трещев – член-корр. РААСН, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Строительство, строительные материалы и конструкции» Тульского государственного университета, taa58@yandex.ru.

Ю.А. Монастырев – магистрант Тульского государственного университета.

В.Д. Чибрикина – магистрант Тульского государственного университета.

A.A. Treschev – member-corr. RAABS, doctor of technical sciences, professor, head of the department "Construction, building materials and structures" of Tula State University, taa58@yandex.ru.

Y.A. Monastyrev – graduate student, Tula State University.

V.D. Chebikin – graduate student, Tula State University.

Для цитирования:

Трещев А.А. Уравнения состояния для ортотропных материалов, ме-ханические характеристики которых зависят от вида напряженного состояния/ А.А. Трещев, Ю.А. Монастырев, В.Д. Чибрикина // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и рекон-струкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конфе-ренции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 199 - 206.

Citation:

Treschev A.A. The state equation for orthotropic materials, the mechanical characteristics of which depend on the type of stress state/ A.A. Treschev, Y.A. Monastyrev, V.D. Chebikin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Confer-ence (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 199 - 206.

УДК 624.94(69.04)

ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДАНИЕ С КОНСОЛЬНЫМИ ЭТАЖАМИ.

К.А. Фабричная, А.М. Саубанова
Казанский государственный архитектурно–строительный университет (КазГАСУ), г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация.

Аннотация

В статье описаны результаты оценки ветрового воздействия на здание сложной формы с консольным выносом этажей, выполненной с использованием виртуальной аэродинамической трубы в программе AutodeskFlowDesign. Целью исследований является оценка ветрового давления с т.з. возможности его неблагоприятного для конструкций здания возможного превышения по сравнению с нормативным значения, а так же обеспечения комфорта пребывания людей как в здании, так и на прилегающей территории.

ESTIMATION OF WINDBALL IMPACT ON BUILDING WITH CONSOLE FLOORS

Abstract

The article describes the results of an assessment of wind impact on a building of complex configuration with console overhanging length of floors made using a virtual wind tunnel in the AutodeskFlowDesign program. The purpose of the research is to estimate the wind pressure, velocity of air, possibility of its adverse for building structures possible exceedances compared with the standard values, as well as ensuring the comfort of people in the building and in the surrounding area.

Современная архитектураобщественных зданий отличается сложностью форм, созданием зданий все большей этажности, использованием больших пролетов, активных консольных выносов. Расчет несущих систем таких зданий с высоким уровнем ответственности предполагает использование всех новейших достижений науки и техники, в том числе при оценке климатических воздействий, одним из которых является давление ветра. При этом действующие на территории Российской Федерации нормативные документы регламентируют поведение экспериментальных исследований для определения ветровой нагрузки на высотные и уникальные здания и сооружения [1], но исследования направлены в основном изучение на высотных зданий.

При проектировании территории, архитектурно-градостроительных единиц необходимо уделять внимание как сложной необычной форме зданий располагаемых на участке, так и ветровому режиму застройки, который возникает в результате строительства новых зданий и сооружений [2]. Согласно СП «Нагрузки и воздействия» следует контролировать уровень комфортности пешеходной зоны, в частности скорости ветра, которая не должна превышать 2,5 м/с, преимущественно в поверхностном воздушном слое, так как именно превышение данного значения делает не комфортным пребывание человека вне здания [3].

Рис.1 Гостиничный комплекс

Проблема образования и характеристик ветровых потоков рассмотрена в данной статье на примере здания гостиничного комплекса, проектируемого на набережной р. Казанка, рис.1.Комплекс состоит из трех функциональных частей: апарт-отель, хостел, ресторан. Особенное внимание при проектировании было уделено части комплекса, в которой располагается апарт-отель, с габаритными размерами 60х18, переменной этажности в котором использованы комбинации несущих систем нескольких типов: железобетонный каркас, формирующий массивную часть здания, уравновешивающую 18-ти метровый консольный вынос сталежелезобетонной части.

Основу последней составляют многопролетные металлические фермы, расположенные вдоль буквенных осей, высотой в этаж (пролётом 6+6+18м) на уровнях третьего и пятого этажей. Перекрытием в виде балочной клетки со сталежелезобетонным настилом. Колонны стальные из прокатных профилей с жестким опиранием на фундаменты. Основу второй части составляют железобетонные пилоны сечением 800х400 мм, 800х250мм и 300х300мм и перекрытия t=200мм. В месте соединения железобетонной и металлической конструкций применены железобетонные пилоны с жесткой арматурой в виде двутавров I30.

Сетка пилонов прямоугольная, шаг колонн непостоянный, колеблющийся от 2.8 до 9м.

Здание эксплуатируется в сложных условиях, которые обусловлены наличием открытого водного пространства большой протяженности с одной стороны комплекса и плотной регулярной высотной застройки с противоположной стороны.

Модель здания в 3D создана в Revit 2017, рис.2 и в первом приближении рассчитана программном комплексе LIRASAPR.

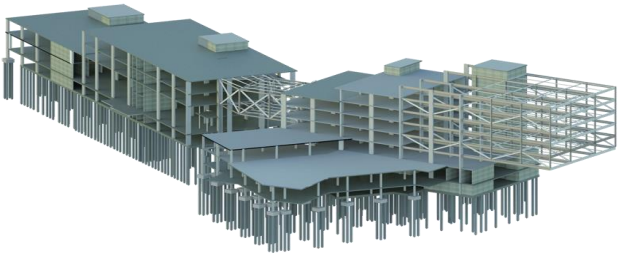


Рис.2 Рассматриваемая 3D-модель здания.

Однако ранее проведенные исследования [4,5] свидетельствуют о том, что в зданиях сложных форм величина ветрового давления прикладываемая в соответствии с положениями СП не полностью соответствует реальной картине распределения ветровых потоков, а так же нет возможности учесть штормовое изменение скорости ветра по сравнению с нормативным значением для данного района. Поэтому для обеспечения безопасности и оценки комфорта пребывания людей выполнено моделирование ветрового воздействия в AutodeskFlowDesign.

Для данного сооружения рассматривались несколько вариантов приложения ветровой нагрузки (непосредственно к расчетной модели) на основании проведенного анализа ветровых потоков, господствующих в г. Казани:

- разные направления ветра при одинаковой скорости;
- разные скорости ветра при одном и том же направлении ветра;
- моделирование ветра с учетом окружающей застройки.

Полученный характер распределения ветровых потоков, рис.3, позволил установить величину давления и скорость ветровых потоков для рассмотренных вариантов.

По результатам расчетов установлены следующие данные рис.6 (представлены в виде диаграмм зависимости давления от скорости ветра).

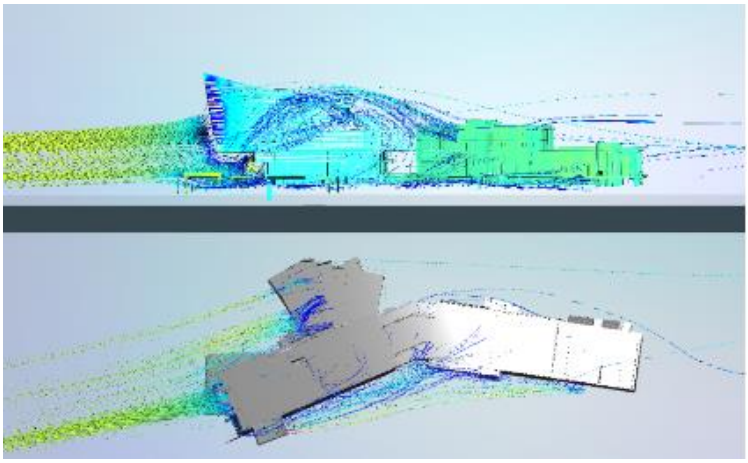


Рис.3. Распределение потоков в направлении консоли.

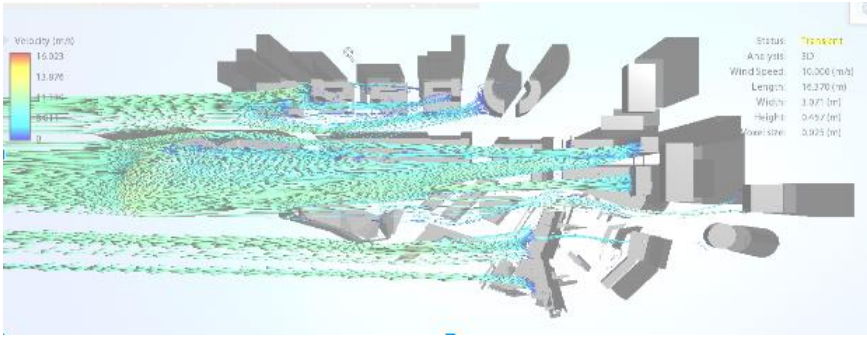


Рис. 4 Обтекание ветровыми потоками застройки смоделированное в AutodeskFlowDesign при западном ветре 10м/с

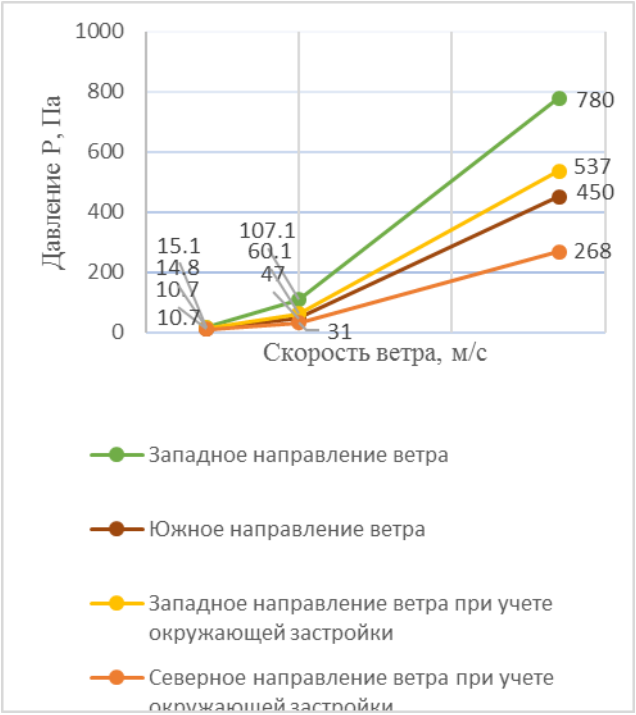


Рис.5 Зависимость давления от скорости ветра при различных направлениях ветра

По результатам расчетов установлено что:

- повышение скорости ветра приводит к значительному увеличению давления, особенно с неблагоприятного направления(западный ветер);
- учет окружающей застройки снижает величину давления ветра с соответствующей стороны на 30%;
- консоль находится в сложных ветровых условиях, (эффект паруса)
- скорость ветра вокруг здания с точки зрения воздействия на человека находится в пределах допустимых норм, а именно менее

5,8 м/с, при среднестатистической скорости ветра 4м/с, на случай увеличения данного показателя рекомендуется предусмотреть меры по снижению скорости ветра в пешеходных зонах.

Литература

1. Архитектурно-строительная аэродинамика: учебное пособие/ О.И. Поддаева, А.С. Кубенин, П.С. Чурин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. Исследоват. Моск.гос.строит.ун-т.Москва: НИУ МГСУ, 2015.88с.

2. Строительная климатология и физика среды: Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2007. – 114 с.]

3. В.Н. Куприянов, С.Р. Альтапов. Моделирование ветровых воздействий изменением формы издания. – Казань: Известия КазГАСУ, №2(36), 2016. – 100 с.

4. К.А. Фабричная, С.Р. Альтапов. Особенности учета ветрового воздействия при моделировании каркаса здания гостинично0-делового комплекса в различных программных комплексах/ Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: Материалы IX Всероссийской (III Международной) конференции НАСКР-2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016.- С. 173-180.

5. К.А.Фабричная, Н.С. Абдрахманов, С.Р Альтапов Особенности моделирования каркаса здания с учетом податливости узлов сопряжения при ветровых воздействиях/Известия КГАСУ.-№4(38), 2016— С.255— 269.

Ключевые слова: консольные фермы, ветровое воздействие, обтекаемость здания, форма здания, ветровое давление, компьютерные программы.

Keywords: cantilever truss, wind effects, buildings streamlining, building form, wind pressure, computer programs.

Фабричная Ксения Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры ЖБиКК. (Казанский государственный архитектурно-строительный университет). E-mail: Fabrichnayaka@gmail.com

Саубанова Альбина Маратовна – студент, магистрант. (Казанский государственный архитектурно-строительный университет). E-mail: saubanova.albina@mail.ru

Ksenia Alexandrovna Fabrichnaya– Ph.D., Associate Professor (Kazan State University of Architecture and Engineering). E-mail: Fabrichnayaka@gmail.com.

Albina Maratovna Saubanova– undergraduate (Kazan State University of Architecture and Engineering). E-mail: saubanova.albina@mail.ru

Для цитирования:

Фабричная К.А. Оценка ветрового воздействия на здание с консольными этажами/ К.А. Фабричная, А.М. Саубанова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 207 - 213.

Citation:

Fabrichnaya K.A. Estimation of windball impact on building with console floors / K.A. Fabrichnaya, A.M. Saubanova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 207 - 213.

УДК 624.012.45.04

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛИТЫ ПРИ ПРОДАВЛИВАНИИ НА КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫХ МОДЕЛЯХ

В. Б. Филатов, З. Ш. Галяутдинов
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Академия строительства и архитектуры, г. Самара, Россия

Аннотация

В работе представлен качественный анализ НДС монолитной плиты при продавливании посредством проведения численного эксперимента на КЭ моделях. Приведены и описаны изополя для различных видов напряжений (N_x, N_y, N_z, τ_{yz}, $N_{экв.}$). Выявлено, что форма колонны оказывает значительное влияние на НДС плиты в зоне продавливания. Обосновано наличие «зоны стеснённых деформаций» в области продавливания плиты колонной прямоугольного сечения.

ANALYSIS OF THE STRESS-STRAIN STATE OF A PLATE WHEN PUNCHING IN FINITE ELEMENT MODELS

Abstract

The paper presents a qualitative analysis of the SSS of a monolithic plate when punching through a numerical experiment on FE models. Lists and describes isopoles to various types of stresses (N_x, N_y, N_z, τ_{yz}, $N_{equ.}$). It is revealed that the shape of the column has a significant impact on the SSS plate in the area of punching. The presence of a "zone of constrained deformations" in the area of punching the plate by a column of rectangular cross-section is justified.

По результату анализа работ по исследованию прочности железобетонных плит при продавливании, выполненных авторами [1–6, 8, 9] было выявлено, что в подавляющем большинстве испытания проводились на образцах с колоннами квадратного сечения. Эксперименты по продавливанию плит колоннами прямоугольного сечения, проведённые зарубежными исследователями, показывают значительное влияние формы сечения колонны, (а также других конструктивных параметров), на прочность монолитной плиты при продавливании [10, 11]. Результаты этих исследований используются при расчетах на продавливание в европейских, американских, британских, швейцарских нормах проектирования и некоторых других. В российских нормах [7] рекомендации по учету соотношения

сторон сечения колонны на прочность плиты при продавливании отсутствуют. Между тем, отсутствие подобных рекомендаций, как показывают результаты экспериментальных исследований, в отдельных случаях может приводить к значительному завышению расчетной оценки прочности при продавливании плит монолитного безбалочного каркаса.

С целью изучения особенностей работы монолитной плиты перекрытия при продавливании колоннами различного сечения были проведены испытания четырех образцов, представляющих собой фрагмент монолитного железобетонного узла сопряжения колонны и плиты перекрытия безбалочного каркаса. Варьируемым параметром являлась форма поперечного сечения колонны: образец КСК имел колонну круглого сечения диаметром 210 мм, образец КСП-1 имел квадратную колонну со стороной 200 мм, образец КСП-2,5 имел прямоугольную колонну со сторонами 200×500 мм, а образец КСП-4 – прямоугольную колонну со сторонами 200×800 мм. Отдельные результаты анализа опытных данных приведены в работах [12-16].

Для более глубокого анализа экспериментальных данных был проведён численный эксперимент. Для этого была составлена 3-х мерная модель 4-х образцов в ПК «ЛИРА-САПР» (рис. 1). Местные оси объемных элементов ориентировались таким образом, что ось X1 соответствует тангенциальным деформациям, а Y1 – радиальным (рис. 2). Бетон моделировался объёмными КЭ, арматура и трещины в бетоне не моделировались, расчёт выполнен в упругой поставке. Принимая во внимание данные допущения целью ставится качественный анализ напряженно-деформированного состояния плиты в зоне продавливания.

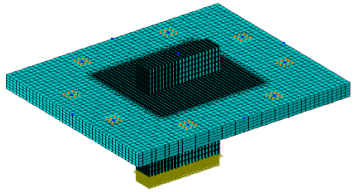


Рис. 1. Общий вид КЭ модели образца КСП-4

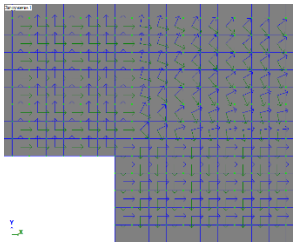


Рис. 2. Направление местных осей объёмных элементов

Так как разрушение плиты при продавливании происходит от действия касательных напряжений с образованием пирамиды продавливания, то особого внимания требует анализ касательных

напряжений в вертикальной плоскости, перпендикулярной колонне (здесь - τ_{yz}). Для этого были построены изополя касательных напряжений τ_{yz} для сжатой грани плиты, на которых видна значительная концентрация напряжений у образца КСП-4 по сравнению с образом КСП-1 (рис. 3).

а) КСП-1 б) КСП-4

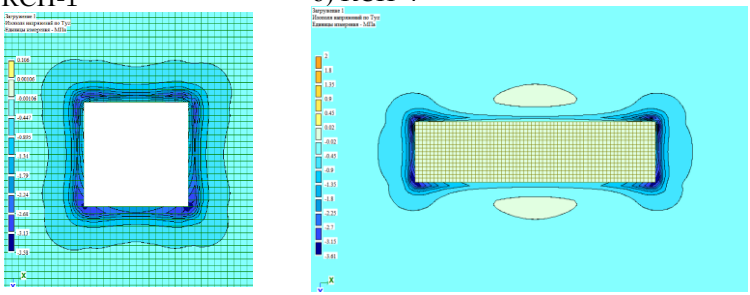


Рис. 3. Изополя касательных напряжений τ_{yz} для сжатой грани плиты

Также для сжатой грани плиты были построены изополя тангенциальных напряжений N_x (рис. 4), изополя радиальных напряжений N_y (рис. 5) и изополя вертикальных сжимающих напряжений N_z (рис. 6).

а) КСП-1 б) КСП-4

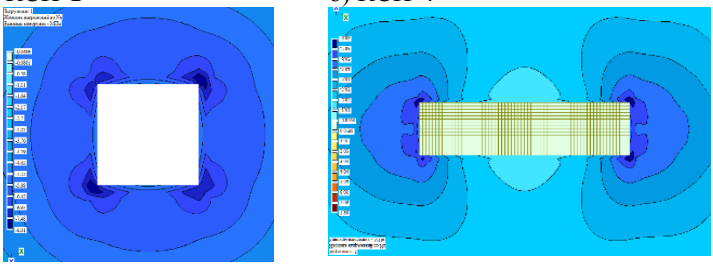


Рис. 4. Изополя тангенциальных напряжений N_x для сжатой грани плиты

а) КСП-1 б) КСП-4

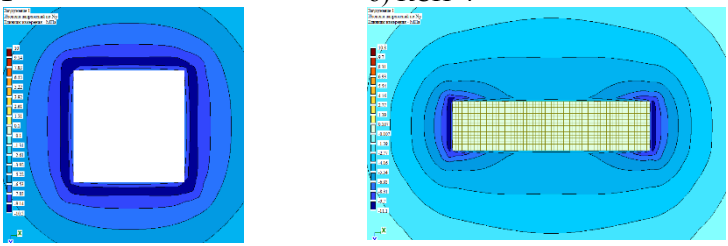


Рис. 5. Изополя радиальных напряжений N_y для сжатой грани плиты

а) КСП-1 б) КСП-4

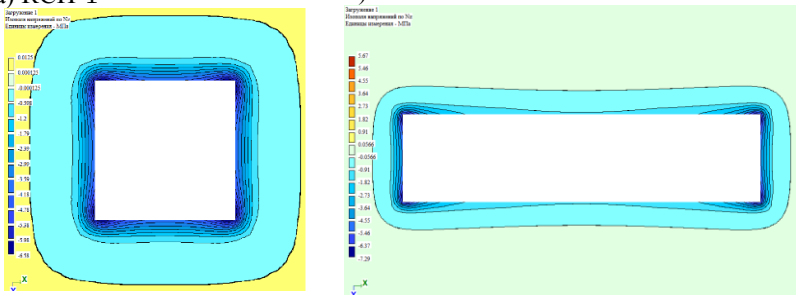


Рис. 6. Изополя вертикальных сжимающих напряжений N_z для сжатой грани плиты

Отметим сходство картины распределения напряжений N_x и N_z с касательными напряжениями τ_{yz}. А именно: имеется концентрация напряжений на углах колонны, значительное падение напряжений вдоль длинной стороны колонны и незначительное падение вдоль короткой стороны колонны. Также отметим, что изополя радиальных напряжений N_y отличаются от трёх остальных. А именно: для образца КСП-1 отсутствует концентрация напряжений на углах колонны, а для образца КСП-4 хоть и присутствует падение напряжений вдоль длинной стороны колонны, но отсутствует падение напряжение вдоль короткой стороны колонны.

Отмеченное сходство картин распределения касательных напряжений τ_{yz} и тангенциальных напряжений N_x имеет практическое значение при проведении натурного эксперимента, поскольку в эксперименте легко измерить деформации на сжатой грани плиты (как тангенциальные, так и радиальные), но весьма сложно измерить деформации, соответствующие касательным τ_{yz} и вертикальным сжимающим N_z напряжениям. Поэтому, учитывая вышесказанное, при

наличии опытных данных о распределении в плите тангенциальных напряжений N_x, можно иметь представление о характере распределения касательных напряжений τ_{yz}.

Изополя эквивалентных напряжений по теории Гениева представлены для сжатой грани плиты (рис. 7) и для сечения плоскостью, отстоящей от сжатой грани плиты на 56 мм по вертикали (рис. 8).

а) КСП-1 б) КСП-4

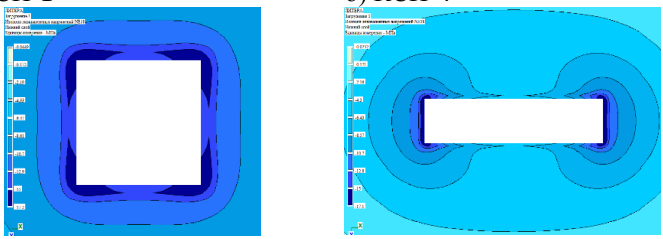


Рис. 7. Изополя эквивалентных напряжений сжатой грани плиты

Для образца КСП-1 наблюдается концентрация напряжений в углах колонны на сжатой грани, но она исчезает по мере удаления от сжатой грани. Вероятно, это связано с работой бетона в сложном НДС, так как все усилия (N_x, N_y, N_z) имеют значения одного порядка, и концентрация напряжений в углах колонны по мере удаления от сжатой грани по высоте плиты распределяется на бОльшую площадь и, тем самым, происходит сглаживание «напряжений». В образце КСП-4 для сечения, отстоящего на 56 мм от сжатой грани плиты, значения эквивалентных напряжений сглаживаются лишь вдоль короткой стороны колонны, вдоль длинной стороны колонны по-прежнему наблюдается значительное падение напряжений.

а) КСП-1 б) КСП-4

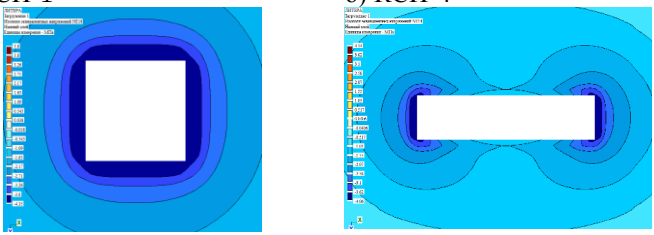


Рисунок 8. Изополя эквивалентных напряжений для сечения, отстоящего от сжатой грани плиты на 56 мм по вертикали

Так как результаты анализа НДС образцов КСК и КСП-2,5 для краткости не приведены, отметим, что НДС образца КСП-2,5 занимает промежуточное положение между НДС образцов КСП-1 и КСП-4, то есть эффект концентрации напряжений есть, но менее выражен чем для образца КСП-4. Распределение напряжений для образца с круглой колонной (КСК) в целом равномерное, без концентрации напряжений, ввиду отсутствия углов.

По результатам анализа сделан вывод о наличии в зоне опирания плиты на колонну прямоугольного сечения так называемой «зоны стеснённых деформаций» - зоны, где наблюдается значительная неравномерность в распределении деформаций по периметру колонны. Форма «зоны стеснённых деформаций», принята на основе результатов конечноэлементного моделирования и определяется формой деформирования плиты в зоне опирания на колонну.

Выводы

По результатам анализа конечно-элементных моделей выявлено, что форма сечения колонны оказывает значительное влияние на НДС плиты в зоне продавливания. При продавливании колоннами круглого и квадратного сечения напряжения в плите распределены, в целом, равномерно. При продавливании плиты колонной прямоугольного сечения наблюдается значительное падение напряжений (N_x, N_y, N_z, τ_{yz}, $N_{экв.}$) вдоль длинной стороны колонны. Результаты конечно-элементного моделирования подтверждаются результатами испытаний опытных образцов, выполненных авторами [12-16], а также результатами опытов зарубежных исследователей [10, 11].

Наличие в области опирания плиты на колонну прямоугольного сечения «зоны стеснённых деформаций» вызывает неравномерность в распределении усилий в зоне продавливания. Данный вопрос требует дальнейшего изучения, так как в методике действующих норм проектирования [7] предполагается равномерное распределение усилий среза на расчётном контуре продавливания.

Литература

1. Болгов, А. Н. Работа узлов сопряжения колонн из высокопрочного бетона с перекрытием в монолитных зданиях с рамно-связевой системой: дис. … канд. тех. наук: 05.23.01 / А. Н. Болгов. – М., 2005. – 152 с.

2. Залесов, А. С. Переход от разрушения по наклонному сечению к продавливанию / А. С. Залесов, К. Е. Ермуханов // В кн.: Поведение бетонов и элементов железобетонных конструкций при воздействии

различной длительности. – М., НИЖБ Госстроя СССР, 1980. – С. 66–84.

3. Залесов, А. С. Продавливание железобетонных плит / А. С. Залесов, К. Е. Ермуханов, С. Г. Качановский // В кн.: Исследование железобетонных конструкций при статических, повторных и динамических воздействиях. – М., НИЖБ Госстроя СССР, 1984. – С. 17–22.

4. Карпенко, Н. И. Практическая методика расчета железобетонных плит на продавливание по различным схемам / Н. И. Карпенко, С. Н. Карпенко // Бетон и железобетон. – 2012. – № 5. – С. 10–16.

5. Качановский, С. Г. Прочность плит с поперечной арматурой на продавливание / С. Г. Качановский // В кн.: Новые исследования элементов железобетонных конструкций при различных предельных состояниях. – М., НИЖБ Госстроя СССР, 1982. – С. 96–105.

6. Сокуров, А. З. Продавливание плоских железобетонных плит, усиленных поперечной арматурой: дис. … канд. тех. наук: 05.23.01 / А. З. Сокуров. – М., 2015. – 155 с.

7. СП 63.13330.2012 Свод правил - актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Утв. Минрегионразвития РФ 29.12.11: ввод в действие с 01.01.13 — М.: ФАУ «ФЦС», 2012. — 165 с.

8. Тамразян, А. Г. К оценке надежности железобетонных плоских безбалочных плит перекрытий на продавливание при действии сосредоточенной силы в условиях высоких температур / А. Г. Тамразян, Ю. Н. Звонов // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – № 7. – С. 24–28.

9. Трекин, Н. Н. Скрытые металлические капители безбалочных монолитных перекрытий / Н. Н. Трекин, Д. А. Пекин // Современные проблемы расчета железобетонных конструкций, зданий и сооружений на аварийные воздействия: сб. докл. Междунар. науч. конф. – М.: НИУ МГСУ, 2016. – С. 453–458.

10. Sagaseta, J. Punching of flat slabs supported on rectangular columns / J. Sagaseta, L. Tassinari, M. Fernández Ruiz, A. Muttoni // Engineering Structures. – 2014. – no 77. – P. 17–33.

11. Teng, S. Punching Shear Strength of Slabs with Openings and Supported on Rectangular Columns / S. Teng, H. K. Cheong, K. L. Kuang, J. Z. Geng // ACI Structural Journal. – 2004. – Vol. 101. no. 5. – Pp. 678–687.

12. Филатов, В. Б. Экспериментальные исследования прочности плоских железобетонных плит при продавливании / В. Б. Филатов, Е.

П. Бубнов // Промышленное и гражданское строительство. – 2017. – № 2. – С. 86–91.

13. Filatov, V. Experimental investigation of stress-strain conditions in punching zone of flat slabs / V. Filatov // MATEC Web of Conferences. Vol. 117. 2017. P. 00045. DOI: 10.1051/matecconf/201711700045.

14. Filatov, V. Experimental investigation of the deformability of reinforced concrete slabs under punching / V. Filatov, E. Bubnov // MATEC Web of Conferences. Vol. 86. 2016. P. 01007. DOI: 10.1051/matecconf/20168601007.

15. Filatov, V. Evaluation of punching shear strength of flat slabs supported on rectangular columns / V. Filatov // E3S Web of Conferences. Vol. 33. 2018. P. 02007. DOI: 10.1051/e3sconf/20183302007.

16. Filatov, V., Elaboration of testing technique of flat slabs on punching shear strength using finite element modeling / V. Filatov, Z. Sh. Galyautdinov, A. A. Suvorov // MATEC Web of Conferences. Vol. 196. 2018. P. 02048. DOI: 10.1051/matecconf/201711700045.

Ключевые слова: продавливание, плоская плита, тангенциальные деформации, прямоугольная колонна

Key words: punching, flat slab, tangential strains, rectangular column

Филатов В.Б., к.т.н., доцент кафедры «Строительные конструкции» Академии строительства и архитектуры ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», e-mail: vb_filatov@mail.ru.

Галяутдинов З.Ш., аспирант кафедры «Строительные конструкции» Академии строительства и архитектуры ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», e-mail: zulfat.sh.g@mail.ru.

Filatov V.B., PhD in engineering, Associate Professor of the Department “Building Constructions” of Academy of Civil Engineering and Architecture, Samara State Technical University, e-mail: vb_filatov@mail.ru

Galyautdinov Z.Sh., postgraduate student of the Department of “Building Construction” of Academy of Civil Engineering and Architecture, Samara State Technical University, e-mail: zulfat.sh.g@mail.ru.

Для цитирования:

Филатов В.Б. Анализ напряженно-деформированного состояния плиты при продавливании на конечно-элементных моделях / В.Б. Филатов, З.Ш. Галяутдинов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 214 - 222.

Citation:

Filatov V.B. Analysis of the stress-strain state of a plate when punching in finite element models / V.B. Filatov, Z.Sh. Galyautdinov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 214 - 222.

УДК 624.012.45.04

СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ АРМАТУРЫ В НАКЛОННОЙ ТРЕЩИНЕ ИЗГИБАЕМОГО ЭЛЕМЕНТА ДЕЙСТВИЮ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ

В. Б. Филатов, Ф. П. Скачков
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Академия строительства и архитектуры, г. Самара, Россия

Аннотация

Представлены результаты экспериментального исследования работы продольной арматуры в наклонной трещине изгибаемого железобетонного элемента без поперечного армирования под действием поперечных сил. Проведен анализ полученных в ходе эксперимента данных и определено распределение по длине стержней величин деформаций, моментов и поперечных сил, возникающих в продольной арматуре на этапах загружения конструкции.

RESISTANCE OF LONGITUDINAL REINFORCEMENT IN INCLINED CRACK OF BENDING ELEMENT TO ACTION OF TRANSVERSE FORCES

Abstract

The results of the experimental study of longitudinal reinforcement in an inclined crack of a bent concrete element without transverse reinforcement under the action of transverse forces are presented. The analysis of the data obtained during the experiment is carried out and the distribution along the length of the rods of the values of deformations, moments and transverse forces arising in the longitudinal reinforcement at the loading stages is determined.

В ходе экспериментального исследования проведенного авторами [1] получены результаты, подтверждающие наличие касательных усилий в продольной арматуре (нагельный эффект) изгибаемых железобетонных элементов. Влияние нагельного эффекта на прочность наклонного сечения и методики его оценки рассматривались в работах различных авторов. А.С. Залесовым предложен метод определения величины нагельного эффекта по методике сопротивления материалов через коэффициенты постели с разных сторон наклонной трещины [2]. В дальнейшем авторами [3-4] была предложена методика определения поперечной силы в продольной арматуре Qs, исходя из величины перемещений. На данный момент в расчете прочности наклонного

сечения [5] нагельный эффект учитывается лишь косвенно в составе величины Q_b. Оценка фактической величины касательных усилий в продольной арматуре весьма затруднена из-за сложного напряженно-деформированного состояния, возникающего в наклонном сечении железобетонного элемента[6-10].

Экспериментальное исследование работы продольной арматуры в наклонном сечении проведено на двух опытных образцах железобетонных балок прямоугольного поперечного сечения с h=450мм, b=330мм и пролетом l=2000мм. Образцы армировались продольной арматурой класса А500С и различались процентом армирования сечения. Для образца 2,5Б-0,93-28 μ = 0,93% при армировании двумя стержнями диаметром 28 мм, для образца 2,5Б-1,54-36, армированного двумя стержнями диаметром 36 мм μ = 1,54%. Анкеровка арматуры в образцах осуществлялась приваренными на опорах уголками № 10.

Измерение относительных деформаций в арматурных стержнях осуществляось при помощи тензометрических датчиков, установленных на грани стержней при изготовлении образцов в соответствии со схемой (рис. 1) с шагом 100мм. Характеристики арматуры $\sigma_{0.2}$=540МПа, σ_u=620Мпа. Физико-механические свойства бетона определены по результатам испытания бетонных кубов с сечением 100мм и призм с сечением 150×150×600мм.

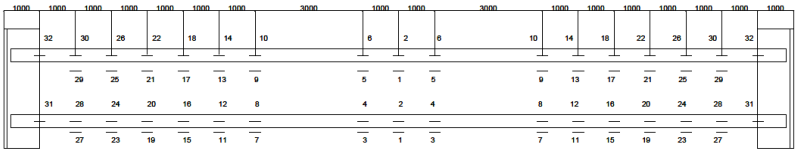


Рис. 1. Схема расположения тензорезисторов на арматуре

В ходе испытания образцы загружались сосредоточенной силой в середине пролета ступенями по 5% от расчетной разрушающей нагрузки с выдержкой на ступени загружения по 15 минут. По результатам испытаний образцов железобетонных балок, разрушающие нагрузки составили:

- образец 2,5Б-0,93-28 P_{ult}=333,5 кН,
- образец 2,5Б-1,54-36 P_{ult} =289,4 кН.

Оба образца хрупко разрушились по наклонному сечению от действия поперечной силы. Критические наклонные трещины с отметками этапов нагружения представлены на рис. 2.

а) б)

Рис. 2. Критические наклонные трещины в образцах

Для пролета с критической наклонной трещиной по показаниям тензорезисторов построены графики распределения деформаций по длине арматурных стержней, эпюры моментов и перерезывающих сил для нагрузок образования ($P_{0.82}$) и развития наклонной трещины ($P_{0.88}$), а так же для разрушающей нагрузки(P_{ult}). Далее представлены значения деформаций на гранях арматурных стержней (рис. 3-5), эпюры моментов (рис. 6, 7) и перезывающих сил (рис. 8) в арматурных стержнях для образца 2,5Б-0,93-28. На графиках деформаций: 1 – деформации волокон верхней грани стержня, 2 – деформации волокон нижней грани, 3 – осевые деформации стержня. Для эпюр моментов: 1 – стержень №1, 2 – стержень №2.

а) стержень №1 б) стержень №2

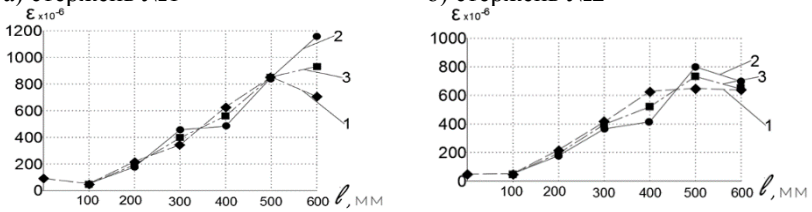


Рис. 3. Распределение деформаций по длине стержней №1 и №2 ($P_{0.82}$)

а) стержень №1 б) стержень №2

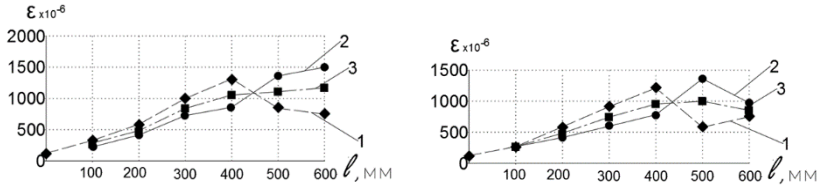


Рис. 4. Распределение деформаций по длине стержней №1 и №2 ($P_{0.88}$)

а) стержень №1 б) стержень №2

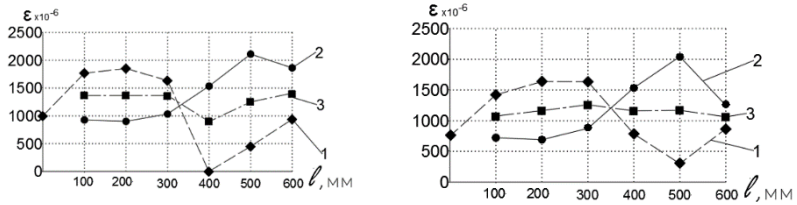


Рис. 5. Распределение деформаций по длине стержней №1 и №2 (P_{ult})

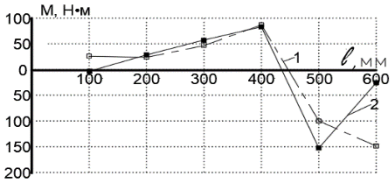


Рис. 6. Эпюры моментов в стержнях арматуры при $P_{0.88}$

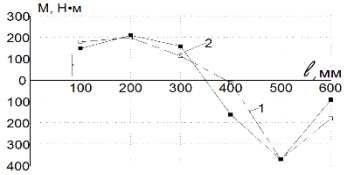


Рис. 7. Эпюры моментов в стержнях арматуры при P_{ult}

При рассмотрении эпюр изгибающих моментов в арматурных стержнях (рис.6-7) отмечено, что с увеличением приложенной на балку нагрузки наблюдается смещение точек перегиба арматурных стержней (точек нулевых значений изгибающего момента) по направлению к опоре.

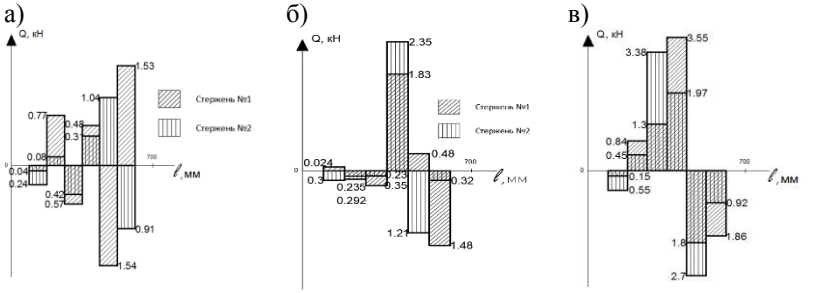


Рис. 8. Эпюры перерезывающих сил в стержнях арматуры при нагрузке $P_{0.82}$ (а), $P_{0.88}$ (б), P_{ult} (в)

По мере развития наклонной трещины и увеличения приложенной нагрузки величина воспринимаемой продольной арматурой поперечной силы (нагельный эффект) увеличивается.

Образец 2,5Б-0,93-28. При образовании наклонной трещины величина поперечной силы составляет 3,07 кН и 1,95 кН для стержней №1 и №2, соответственно. При разрушении образца величина поперечной силы составляет 5,35 кН и 4,63 кН для стержней №1 и №2, соответственно. Величина поперечной силы для двух стержней при образовании наклонной трещины $Q_{d,tot}$ = 5,02 кН, при разрушении образца $Q_{d,tot}$ = 9,98 кН. При сравнении с поперечной силой, воспринимаемой балкой (Q = 166,75 кН), Q_d = 3% и Q_d = 6%, соответственно.

Образец 2,5Б-1,54-36. При образовании наклонной трещины величина поперечной силы составляет 1,45 кН и 0,96 кН для стержней №1 и №2, соответственно. При разрушении образца величина поперечной силы составляет 13,98 кН и 14,34 кН для стержней №1 и №2, соответственно. Величина поперечной силы для двух стержней при образовании наклонной трещины $Q_{d,tot}$ = 2,41 кН, при разрушении образца $Q_{d,tot}$ = 28,32 кН, при сравнении с поперечной силой, воспринимаемой балкой (Q = 144,66 кН), Q_d = 1,7% и Q_d = 19,6%, соответственно.

Величина поперечной силы, воспринимаемой продольной арматурой, зависит от процента армирования поперечного сечения образца и изгибной жесткости стержней продольной арматуры. При увеличении процента армирования с 0,94% до 1,54% и увеличении диаметра продольной арматуры с 28 мм до 36 мм величина поперечной силы на момент разрушения увеличивается с $Q_{d,tot}$ = 9,98 кН до $Q_{d,tot}$ = 28,32 кН, или приблизительно в 2,8 раза.

Литература

1. Гвоздев, А. А. Силы зацепления в наклонных трещинах / А. А. Гвоздев, А. С. Залесов, И. А. Титов // Бетон и железобетон. – 1975. – № 7. – С. 44 – 45.

2. Залесов, А. С. Новый метод расчета прочности железобетонных элементов по наклонным сечениям / А. С. Залесов // Расчет и конструирование железобетонных конструкций : сб. тр. НИИЖБ. – М., – 1977. – Вып. 39. – С. 16 – 28.

3. Карпенко, С. Н. Построение критериев прочности железобетонных конструкций по наклонным трещинам разрушения / С. Н. Карпенко // ACADEMIA. Архитектура и строительство. – 2006. – № 2. – С. 54 – 59.

4. Карпенко, Н. И. О новом построении критериев прочности железобетонных элементов при действии поперечных сил / Н. И.

Карпенко, С. Н. Карпенко // ACADEMIA. Архитектура и строительство. – 2006. – № 3. – С. 26 – 31.

5. СП 63.13330.2012 Свод правил - актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Утв. Минрегионразвития РФ 29.12.11: ввод в действие с 01.01.13 —М.: ФАУ «ФЦС», 2012. — 165с.

6. Филатов, В. Б., Анализ расчетных моделей при расчете прочности наклонных сечений железобетонных балок на действие поперечных сил / В. Б. Филатов, А. С. Арцыбасов, М. А. Багаутдинов, Д. И. Гордеев, А. И. Кортунов, Р. А. Никитин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 4-3. – С. 642–645.

7. Филатов, В. Б. Влияние сил зацепления в наклонной трещине на напряженное состояние железобетонных балок в зоне поперечного изгиба / В.Б. Филатов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – № 4. – С. 136 – 138.

8. Филатов, В. Б. Сравнительная оценка прочности железобетонных элементов при поперечном изгибе по различным методикам / В. Б. Филатов // Современные проблемы расчета железобетонных конструкций, зданий и сооружений на аварийные воздействия: Сб. докладов Международной науч. конф. М.: НИУ МГСУ. – 2016. – С. 484–488.

9. Филатов, В. Б. Экспериментальное исследование нагельного эффекта продольной арматуры железобетонных балок / В. Б. Филатов // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: Сб. докладов Международной науч. конф. М.: НИУ МГСУ. – 2017. – С. 293–297.

10. Filatov, V. B. Strength calculation of inclined sections of reinforced concrete elements under transverse bending / V. B. Filatov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. "International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety, ICCATS 2017". – 2017. – P. 012160. – Vol. 262. – DOI: 10.1088/1757-899X/262/1/012160.

Ключевые слова: наклонное сечение; поперечная сила; деформация; нагельный эффект.

Keywords: inclined section; shear force; strain; dowel action.

Филатов В.Б., к.т.н., доцент кафедры «Строительные конструкции» Академии строительства и архитектуры ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», e-mail: vb_filatov@mail.ru.

Скачков Ф.П., аспирант кафедры «Строительные конструкции» Академии строительства и архитектуры ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», e-mail: skachkov.fp@mail.ru.

Filatov V.B., PhD in engineering, Associate Professor of the Department “Building Constructions” of Academy of Civil Engineering and Architecture, Samara State Technical University, e-mail: vb_filatov@mail.ru

Skachkov F.P., postgraduate student of the Department of “Building Construction” of Academy of Civil Engineering and Architecture, Samara State Technical University, e-mail: skachkov.fp@mail.ru.

Для цитирования:

Филатов В.Б. Сопротивление продольной арматуры в наклонной трещине изгибаемого элемента действию поперечных сил / В.Б. Филатов, Ф.П. Скачков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 223 - 229.

Citation:

Filatov V.B. Resistance of longitudinal reinforcement in inclined crack of bending element to action of transverse forces/ V.B. Filatov, F.P. Skachkov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 223 - 229.

НАДЕЖНОСТЬ, МОНИТОРИНГ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 6.9.2.44

СПОСОБ СТАТИЧЕСКОГО УКРЕПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОБЛИЦОВКИ ИЗ ФИБРОАРМИРОВАННОГО БЕТОНА НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ СЕТКАМИ

П. Амато[1], В.А. Бахмисов[2], В.А. Куклин[3], В. Г. Андреев[4], И.А. Бахмисов[5]
[1]РуредилС.п.А., Сан Донато, Милан, Италия;
[2]ООО «АРАТРИКА», г. Москва, Россия
[3]ООО «АРТА Химикал Групп», г. Екатеринбург, Россия
[4]ООО «СК ЕвроСтрой», г. Москва, Россия
[5]ООО «АРАТРИКА», г. Москва, Россия

Аннотация

Приведен способ статического усиления тонкостенных облицовочных элементов и их закладных деталей с применением неметаллических сеток путем направленной укладки усиливающих элементов.

METHOD OF STATIC STRENGTHENING OF FIBROTED CONCRETE ELEMENTS WITH NONMETALLIC MESH

Abstract

A method of static amplification of thin-walled cladding elements and their embedded parts using non-metallic grids by directional stacking of reinforcing elements is presented.

В предыдущих публикациях [1-3], авторы приводили данные об успешном применении высокопрочных неметаллических армирующих сеток на минеральном вяжущем (или FRCM – FiberReinforcedCementitiousMatrix) для ремонта и усиления бетонных и каменных конструкций. Настоящее сообщение касается нового способа укрепления фиброармированных облицовочных элементов, монтируемых на подконструкции в составе навесных фасадных систем или при непосредственном монтаже на несущие основания.

Известно, что в некоторых случаях фиброармированные элементы облицовки фасадов и интерьеров (облицовки карнизов, балок, фризов, ризалитов, окладов и пр.) обычно армируются только фиброй (чаще всего, неметаллической), распределенной в бетонной матрице. В качестве элементов скрытого крепежа в них часто используют закладные детали из стали, внедренные в матрицу во время заливки бетона.

Закладные крепежные детали могут представлять из себя металлические конструкции из стальной полосы, проката, резьбовых деталей и т.п.

Во всех случаях, несущая способность таких креплений оценивается путем измерения усилия на отрыв (выдергивание) закладной детали. Понятно, что эта величина силы прямо пропорциональна глубине установки закладной детали и площади сцепления закладной детали с матрицей.

На практике весьма часто такие облицовки выполняются тонкостенными – 10-20мм толщиной, в случае применения полимербетонов и того меньше, - в целях экономии или ограниченности в пространстве (к примеру – ограничениями в высоте потолка). В связи с этим размер закладной детали (его габариты) становится определяющим в конечных размерах деталей облицовки. Потому, что его размеры задаются его несущими свойствами, т.е. усилиями на выдергивание.

Одним из способов снижения глубины закладки крепежной детали может служить увеличение площади сцепления этой детали с матрицей.

В связи с этим авторами были первоначально предприняты применение стальных стержней и сеток для такого перераспределения.

Оказалось, применение стальных сеток и стержней оправдано, и имеет свои преимущества в случае, если удается сохранить приемлемый защитный слой над стальными (хотя бы не менее 8мм, как в случае с армобетонными конструкциями). Но их применение оказывается осложненным в случае не плоских декоративных элементов с развитой поверхностью.

В связи с этим были испытаны неметаллические сетки в качестве материала для увеличения сопротивления выдергиванию для закладных деталей путем дополнительного армирования мест установки закладных.

Для количественного определения влияния разных материалов для усиления закладных деталей проведены сравнительные испытания.

Приготовлен стеклофибробетон следующего состава: цемент М500Д0: песок кварцевый модуль 1.0-2.5, стеклофибра 12мм 2%, вода до Пк 3. При соотношениях цемент1:песок1:вода 0,35 : стеклофибра 0,02.

Изготовлены закладные детали в виде шпильки d10мм с приваренной на ее конец перфорированной стальной пластиной размером 40х40х4мм.

Эта закладная деталь установлена в матрицу бетона на глубину 10мм от поверхности. Защитный слой над пластиной – 6мм.

Выбор такого способа установки закладной продиктован для случаев толщины фибробетонного элемента не более 20мм из расчета 10мм – расстояние от закладной до лицевого слоя 8мм, расстояние до поверхности бетона от поверхности закладной пластины 8 мм (по остатку толщины). В качестве усиления во всех случаях применялась сетка размером 100х100мм в 1 слой. Отверстие для установки шпильки формировалось путем раздвжки волокон.

Логично было, что наибольший эффект усиления должны иметь высокопрочные сетки. На самом деле, наилучшие результаты были получены в случае использования сеток из ПБО RuredilXMechGold (PBO – polyparaphenylenbenzobisoksazolin (полипарафениленбензобисоксазолин), производимого компанией RUREDIL S.p.A (Италия) в качестве усиления закладных деталей (Табл.1). Данное свойство производитель объясняет тем, что между бетонной матрицей и волокнами ПБО возникают дополнительные связи, в отличие от стеклосетки и карбоновых волокон.

Табл.1.

№	Наменование сетки усиления	Нагрузка на вырыв, кН	Сравнительная величина, раз
1	Контрольные образцы, без сетки	1,68	1,0
2	Щелочестойкаястеклосетка 150г/м2	1,86	1,11
3.	Щелочестойкаястеклосетка 350г/м2	2,35	1,40
4	Карбоновая сетка RuredilXMech C10 168 г/м2	2,72	1,62
5	Сетка из ПБО RuredilXMechGold 126г/м2, в т.ч. сетка из ПБО 88 г/м2	4,14	2,46

Таблица 1. Усилие выдергивания из фибробетонной матрицы закладной детали, усиленной неметаллической сеткой. Приведены средние данные.

Следует заметить, у всех усиленных экземпляров сохраняется достаточно высокая остаточная прочность на выдергивание после разрушения бетонной матрицы. Это объясняется тем что в момент

разрушения бетонной матрицы остаются в рабочем напряженном состоянии фибры армирования и самой сетки усиления. Это также предотвращает, при прочих равных, внезапное обрушение деталей, в том числе крупноразмерных, при случайных или непреднамеренных воздействиях. Более подробно это было показано в [3], графики зависимости «нагрузка-перемещение», приведенные в указанной статье, преимущественно имеют те же тренды и в нашем случае, при выдергивании закладных деталей.

Не перегружая настоящую статью точными экспериментальными данными, которые для другого случая будут иметь другие величины, можно выявить два положительных эффекта:

1. Имеется возможность распределить усилия, возникающие в закладной детали при нагружении (навеске) путем применения неметаллических сеток, которые могут быть расположены в соответствии с фактической конфигурацией изделия, могут быть сформированы непосредственно в форме, по месту, в отличие от стальных, и не имеют ограничений по защитным слоям бетона.
2. Несущая способность элементов крепления, после разрушения матрицы удерживаемых сетками и фиброй матрицы, оказывается достаточной для удержания фрагментов от падения, и, в целом, всей плиты.

Указанные положительные свойства послужили основанием для получения патента РФ на полезную модель.

Тем не менее, авторы отмечают, что при проектировании усиления фибробетонных панелей, плит, элементов облицовки из фибробетона путем армирования сетками, нужна обстоятельная первоначальная проработка исходных данных, учитывая характер работы конструкции и материала матрицы.

Литература

1. Амато П. Композиционная система для усиления бетонных и железобетонных конструкций, состоящая из сетки из высокопрочного PBO волокна и клеящего раствора на основе цемента / PellegrinoAmato, В.А. Бахмисов, В.А. Куклин, Э.Н. Яковлев. Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VII Всероссийской, (IМеждународной) конференции НАСКР-2012. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары, 2012,- С.173-181.

2. Амато П. Способ статического укрепления куполов композитными системами, состоящими из сетки из углеродного волокна и клеящего раствора на основе минерального вяжущего /

PellegrinoAmato, В.А. Бахмисов, В.А. Куклин, Э.Н. Яковлев. Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской, (II Международной) конференции НАСКР-2014. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары, 2014,- С.270-275.

3. Амато П. Способ статического укрепления элементов облицовки композитными системами, состоящими из сетки из высокопрочного волокна и клеящего раствора на основе минерального вяжущего. /П. Амато, В.А. Бахмисов, В.А. Куклин, В.Г. Андреев, И.А. Бахмисов. Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IX Всероссийской, (III Международной) конференции НАСКР-2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары, 2016,- С.226-239.

4. Стандарт организации. Крепления Анкерные. Метод определения несущей способности по результатам натурных испытаний. СТО 44416204-010-2010. ФАУФЦС., М., 2011.

Ключевые слова: армирование неметаллическими сетками, высокопрочные сетки для армирования, руредил икс меш, усиление конструкций сетками, армирующие сетки нафибробетонной матрице.

Keywords: FRCM, Fiber Reinforced Cementitious Matrix, Ruredil X Mesh Gold, PBO mesh, reinforcement of structures high-strength mesh.

П. Амато, доктор химии, дипл. инженер, РуредилС.п.А., Сан Донато, Милан, Италия,E-mail:info@ruredil.it, www.ruredil.it

Бахмисов Владимир Андреевич, ведущий инженер ООО «АРАТРИКА». Россия, г.Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1. +79067170258, E-mail:aratrika@yandex.ru.

Куклин Владислав Анатольевич[3], гл. специалистООО«АРТА Химикал Групп». Россия, 620024 г.Екатеринбург, ул. Елизаветинское шоссе 28.

Тел: +7 /343/ 217-27-53,факс:+7 /343/ 255-35-81

E-mail:betonprofit@rambler.ru, www.betonprofit.ru

Андреев Владимир Гурьевич, генеральный директор ООО «СК ЕвроСтрой», Россия, 109542, г.Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1. E-mail:sk-evrost@yandex.ru, www.skevrostroy.ru.

Бахмисов Иван Андреевич, технический специалист ООО «АРАТРИКА». Россия, г.Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1. +79067170258, E-mail:aratrika@yandex.ru.

Amato Pellegrino, Dr. Chem. Eng., Ruredil S.p.A.,ViaB. Buozzi, 1;I-20097 San Donato Milanese–Milan (ITALY); E-mail:info@ruredil.it, www.ruredil.it

Bakhmisov Vladimir Andreevich, leading engineer of “ARATRIKA” LLC. Russia, Moscow, Ryazansky pr. 86/1, p. 1. +79067170258, E-mail: aratrika@yandex.ru.

Kuklin Vladislav Anatolevich3, ch. Specialist LLC "ARTA Chemical Group". Russia, 620024 Bratislava, ul. Elizavetinskoye Highway 28.

Tel: +7/343/217-27-53, Fax: +7/343/255-35-81

E-mail: betonprofit@rambler.ru, www.betonprofit.ru

Vladimir Guryevich Andreev, General Director, IC EvroStroy LLC, Russia, 109542, Moscow, Ryazansky pr. 86/1, p. 1. E-mail: sk-evrost@yandex.ru, www.skevrostroy.ru.

Bakhmisov Ivan Andreevich, Technical Specialist of ARATRIKA LLC. Russia, Moscow, Ryazansky pr. 86/1, p. 1. +79067170258, E-mail: aratrika@yandex.ru.

Для цитирования:

Амато П. Способ статического укрепления элементов облицовки из фиброармированного бетона неметаллическими сетками / П. Амато, В.А. Бахмисов, В.А. Куклин, В.Г. Андреев, И.А. Бахмисов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 231 - 236.

Citation:

Amato P. Method of static strengthening of fibroted concrete elements with nonmetallic mesh / P. Amato, V.A. Bakhmisov, V.A. Kuklin, V.G. Andreev, I.A. Bakhmisov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 231 - 236.

УДК 69.059

К ВОПРОСУ НЕОБХОДИМОСТИ РЕМОНТА И УСИЛЕНИЯ КИРПИЧНЫХ СТЕН ПРИ УСТРОЙСТВЕ ВРЕМЕННЫХ КРЫШ ПРИ КОНСЕРВАЦИИ ЗДАНИЙ

М.В. Вилкова, К.А.Фабричная
ООО НПФ "Рекон+", Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ), г.Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация.

Аннотация

В статье рассматриваются состояние и необходимые мероприятия по ремонту стен объектов при устройстве временных крыш. Приводится концепция ремонтных работ, обеспечивающих безопасность и экономическую эффективность работ.

TO THE QUESTION OF THE NEED FOR REPAIR AND STRENGTHENING OF THE BRICK WALLS WITH A DEVICE OF TEMPORARY ROOFS WHEN CONSERVATING BUILDINGS

Abstract

The article discusses the condition and the necessary measures to repair the walls of the objects in the device of temporary roofs. The concept of repair work to ensure the safety and cost-effectiveness of work is given.

При разработке решений по устройству временной крыши возникают проблемы технического, экономического характера, а также перспективного использования здания при приспособлении.

На многих объектах, где работы по реставрации и приспособлению заморожены на разных стадиях, возникают проблемы сохранения оставшихся конструкций и недопустимости их дальнейшего прогрессирующего разрушения. При этом производство работ предполагается не в полном объеме восстановления, а только в рамках противоаварийных мероприятий. Перед проектировщиком встает дилемма одновременного обеспечения требований безопасности, экономической эффективности и удобства для дальнейшего приспособления здания. Необходимо найти сбалансированное решение, которое при минимальных затратах позволит выполнить мероприятия консервации и не вызовет необходимость выполнения дополнительных работ по устранению этих мероприятий на этапе приспособления здания к новой функции [1].

В статье рассматриваются состояния и необходимые мероприятия по ремонту стен объектов, расположенных в историческом квартале,ограниченном улицами Профсоюзная, М. Джалиля, Рахматуллина, КавиНаджми, в центре Казани. Среди них: Усадьба 18-19 в.в., Гостиница дворянского собрания, Дом Пискунова, Дом, в котором в 1873 году родился и жил до 1891 года Бауман Н.Э. и т.д.

В настоящее время большая часть зданий находится в аварийном состоянии, рис.1. Объекты частично не эксплуатировались с 2006 года без соответствующих мероприятий по консервации, что так же является причиной текущего неудовлетворительного состояния: Отсутствие теплого контура и свободный доступ влаги и атмосферного воздуха в совокупности с солнечной радиацией привели к интенсивным физическим, химическим и биологическим коррозионным процессам в кирпичной кладке стен [2].В некоторых зданиях до 2014 г находились жилые эксплуатируемые помещения (квартиры). Летом 2010 года в здании гостиницы дворянского собрания произошёл пожар, что привело к массовому обрушению деревянных перекрытий 2-4 этажей центральной части и правого крыла здания.

Работы по реконструкции объектах в квартале были начаты в 2014 году,в конце которого приостановлены до настоящего времени.

а б

в г

Рис. 1. Состояние объектов квартала 5: а-Гостиница дворянского собрания, б- Усадьба 18 вв, в- Дом, в котором в 1873 году родился и жил до 1891 года Бауман Н.Э., д- Дом Пискунова.

Работы, проведенные на объектах в 2014 году, включали демонтаж перегородок, кровли, перекрытий, очистку фасадов от штукатурки (частично), демонтаж заполнений оконных и дверных проемов. На момент остановки работ были выполнены установка распорок в оконные проемы и деревянных подпорных рам к некоторым стенам (находящемся в аварийном состоянии). Однако данных мероприятий было недостаточно для предотвращения процессов разрушения зданий и в 2018 году начаты противоаварийные работы, заключающиеся в подведении контрфорсов, для обеспечения устойчивости стен и устройстве временных крыш для защиты от атмосферных осадков.

При разработке проектных решений необходимо было учесть ряд проблем, таких как:

- сложная в плане форма здания с частями разной этажности, наличие фронтонов по фасадам;
- значительные пролеты двускатной кровли, например, для здания гостиницы дворянского собрания в центральной части – расстояние между наружными продольными стенами составляет 20 метров, пролеты до внутренних стен 7.2 -11.6 метров;
- недостаточная несущая способность кладки, в которой визуально наблюдаются 3 и 4 стадии н.д.с.;
- частичное обрушение стен;
- наличие высоких до 10,2 м, отдельные участки до 13.6 м, не раскрепленных перекрытиями участков стен;
- отсутствие или нарушение перевязки стен на стыках частей различного времени возведения;
- разрушение верхней части кладки стен от воздействия атмосферных осадков, с ослаблением материалов сечения.;
- продолжающиеся деформации грунта, которые могут значительно увеличится из-за разрушения зданий вдоль ул. Профсоюзная, сдерживающих склон.

С учетом состояния объектов и рекомендаций о разработке проектов приспособления [3] поставлены следующие цели противоаварийных работ:

1.Вывод зданий из аварийного состояния;

2. Предотвращение внезапного обрушения;

3.Приостановка прогрессирующих разрушений кирпичной кладки;

4. Обеспечение возможности проведения работ по реставрации и приспособлению зданий;

5. Сохранность предметов охраны памятников, определяющих ценность здания как объекта культурного наследия.

Концепция работ при устройстве временных кровель включает следующие основные противоаварийные мероприятия:

1. Планировка прилегающей территории участка, обеспечивающая качественное отведение атмосферных осадков от зданий, согласно рекомендаций [4];

2. Устройство крыш и кровель, для защиты кирпичных стен и бутовых фундаментов от атмосферных воздействий;

3. Обеспечение работоспособности стен для восприятия временных нагрузок, включающее в себя: мероприятия по обеспечению устойчивости (контрфорсы, тяжи), инъектирование магистральных трещин, усиление аварийных простенков и кирпичных перемычек, восстановление обрушенных участков стен.

Причем комплекс работ по ремонту стен обязательно в полном объеме должен предшествовать устройству временных крыш. При этом необходимо выполнить проверочные расчеты несущей системы (кирпичных стен) здания не только с точки зрения оценки прочности, с учетом планируемых нагрузок, но и с учетом обеспечения устойчивости при наличии существующих дефектов [5].

Вывод:

Приспособление зданий-объектов культурного наследия к современному использованию - средство их сохранения, при котором должно выполняться требование физической сохранности памятника. Однако при неопределенной или меняющейся со временем новой функции и перерыве в реставрационных работах необходимо хотя бы минимизировать разрушительное влияние внешних факторовна основные конструкции зданий - стены и фундаменты.

Литература

1. Пруцин О.И., Рымашевский Б., Борусевич В. Архитектурно-историческая среда -М.: Стройиздат, 1990.-408с.

2. Бедов А.И. Габитов А.И. Проектирование, восстановление и усиление каменных и армокаменных конструкций -М.: АСВ, 2008.-568с.

3. Подъяпольский С.С. Реставрация памятников архитектуры -М.: Архитектура-С,2014.-288с.

4. Пашкин Е.М. Инженерно-геологическая диагностика деформаций памятников архитектуры-СПб.: ПИ "Геареконструкция", 2013.-334с.

5. Вилкова М.В. Фабричная К.А. Обеспечение надежности и безопасности эксплуатации при приспособлении здания-объекта культурного наследия./Сборник материалов докладов общероссийской НПК "Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации"-М:2017.-С.508-511

Ключевые слова: ремонт кирпичных стен, временная крыша, реконструкция, консервация, безопасность.

Keywords: brick wall repair, temporary roof, reconstruction, conservation, safety.

М.В. Вилкова - главный инженер проектов, ООО НПФ "Рекон+"e-mail: npf.recon@mail.ru

К.А. Фабричная – кандидат технических наук, доцент, кафедра Железобетонных и каменных конструкций. Институт строительства. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. e-mail: fabrichnayaka@gmail.com

г.Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация.

M.V. Vilkova-Chief Project Engineer, OOO “NPF Recon +”,e-mail: npf.recon@mail.ru

K.A. Fabrichnaya- PhD, senior lecturer, department of reinforced concrete and masonry structures. Construction Institute. Kazan State University of Architecture and Civil Engineering (KSUAE). e-mail: fabrichnayaka@gmail.com

Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation.

Для цитирования:

ВилковаМ.В. К вопросу необходимости ремонта и усиления кирпичных стен при устройстве временных крыш при консервации зданий/ М.В. Вилкова, К.А. Фабричная // Новое вархитектуре, проектировании строительных конструкций иреконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской)конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018.– С. 237 - 241.

Citation:

VilkovaM.V. To the question of the need for repair and strengthening of the brick walls with a device of temporary roofs when conservating buildings/M.V. Vilkova, K.A. Fabrichnaya// New in architecture, design constructionand renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary,2018. – P. 237 - 241.

УДК 699.82

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ МЕТОДОМ «БЕЛАЯ ВАННА»

С.И. Иванов, Г.С. Кардумян
АО «НИЦ «Строительство» (http://www.cstroy.ru/), г. Москва

Аннотация

Гидроизоляция по принципу «Белой ванны» требует дополнительных затрат на стадии строительства здания или сооружения (менее 1% от стоимости несущей конструкции), но позволяет значительно снизить или же исключить затраты на обеспечение гидроизоляции в стадии эксплуатации. Экономическая эффективность применения «Белой ванны» подтверждается не только заказчиком, но и подрядчиком, изготавливающим конструкции, так как обеспечивается уже на стадии гарантийного срока после ввода сооружения в эксплуатацию (2 года).

WATERPROOFING UNDERGROUND PART OF BUILDINGS BY THE "WHITE BATH" METHOD

Abstract

Waterproofing on the principle of the "White Bath" requires additional costs at the stage of construction of the building or structure (less than 1% of the cost of the supporting structure), but it allows to significantly reduce or exclude the costs of providing waterproofing in the operation phase. The economic efficiency of the application of the "White Bath" is confirmed not only by the customer, but also by the contractor, who manufactures the structures, since it is already provided at the stage of the warranty period after commissioning the facility (2 years).

По данным зарубежных публикаций, с начала 2000-х годов затраты на ремонт и реконструкцию существующих зданий начали превышать затраты на новое строительство. Например, на рисунке 1 представлены затраты на новое строительство и реконструкцию существующего жилого фонда в странах Западной Европы [5]. Тенденция к превышению затрат на реконструкцию над затратами на новое строительство сохраняется (показано пунктиром).

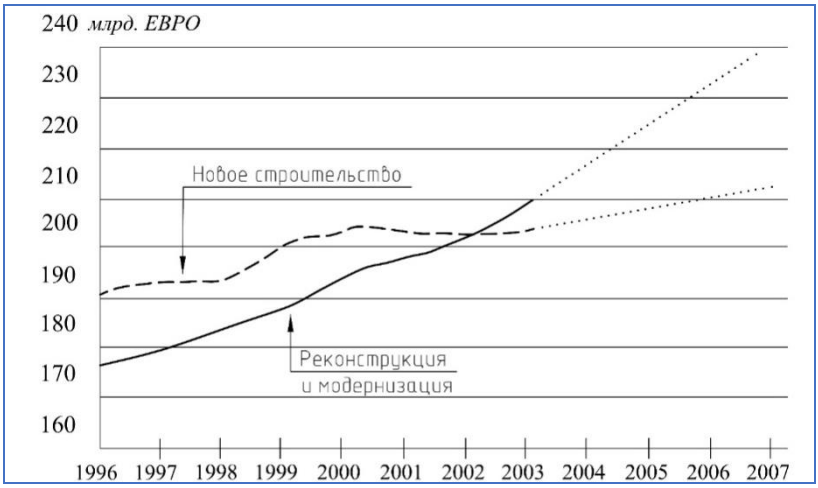


Рисунок 1 - Распределение затрат на реконструкцию и новое строительство в странах Западной Европы.

При оценке эффективности технических решений в мировой практике строительства все большее распространение получает стратегия оценки затрат с учетом всего «жизненного цикла» здания, включая затраты на эксплуатацию и утилизацию. В результате многие традиционные технические решения корректируются или же заменяются на менее затратные с учетом срока службы. Не исключение – гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений.

В Европе традиционно разделялись три основных типа гидроизоляции [7]:

1. «Черная ванна» - гидроизоляция вторичная (оклеечная и обмазочная, в том числе битумная);
2. «Коричневая ванна» - гидроизоляция на основе бентонитов;
3. «Белая ванна» - гидроизоляция первичная (железобетонная конструкция выполняет не только несущую, но и ограждающую и гидроизолирующую функции).

Первый тип гидроизоляции – традиционный, широко применяемый в настоящее время. Основной недостаток – повреждение целостности изоляции и повреждение контакта между конструкцией и изоляцией в процессе строительства (обратная засыпка и уплотнение грунта), стабилизации осадок грунта и в процессе эксплуатации здания. Устранение повреждений осложняется тем, что ,как правило, место повреждения изоляции не совпадает с местом появления протечек сквозь ограждающие конструкции вследствие миграции

влаги между изоляцией и ограждающей конструкцией. Кроме того, реальный срок службы защитных слоев – менее 5-10 лет.

Второй тип гидроизоляции в нашей стране применяется довольно редко, ввиду отсутствия бентонитовых глин надлежащего качества.

Третий тип гидроизоляции начал активно развиваться в Европе – с 80-х годов прошлого века [9, 10], в России – с 2000-х годов [6,8,11]. Основные преимущества:

— возможность реализации в стесненных условиях городской застройки, когда отсутствует возможность выполнения котлованов с размерами, достаточными для выполнения вторичной внешней гидроизоляции;

— не требует дополнительных затрат на создание вторичной (гидроизоляционного слоя) защиты, как следствие – сокращение сроков строительства;

— устраняет необходимость выполнения ремонта, связанного с повреждением защиты или ее адгезии к ограждающим конструкциям как в процессе строительства, так и в процессе эксплуатации.

В нашей стране указанный тип защиты от подземных вод регламентирован в [3, 4]. Система защиты сооружений от подземных вод «Белая ванна» в указанных документах классифицирована как «тип А» - возведение непроницаемых монолитных и сборно-монолитных железобетонных конструкций без дополнительной защиты при условии обеспечения герметизации стыков, сопряжений, швов. Гидроизоляция обеспечивается выполнением комплекса технологических и конструктивных требований [6, 11]:

Основные конструктивные требования:

— Разбивка конструкций сооружения на отдельные укрупненные элементы (блоки) и соблюдение требуемого режима твердения бетона с целью предотвращения усадочных и термических трещин;

— выполнение расчетов термонапряженного состояния с выбором оптимальной технологии ухода за бетоном;

— Обеспечение герметичности сооружения устройством непроницаемых технологических и деформационных швов (применение гидрошпонок и ватерстопов с учетом особенностей гидрогеологических условий площадки строительства и ограждающих конструкций);

— назначение армирования с учетом требований по трещиностойкости конструкций согласно [1, 3].

Основные технологические требования:

— снижение температурно-усадочных напряжений в период набора прочности бетона путем применения бетонов с пониженным

расходом цемента с добавками-модификаторами, компенсирующими усадку [6,8];

— Контурные элементы и конструкции сооружения выполняются из модифицированного малоцементного бетона низкой проницаемости, отличающегося, к тому же, низкой экзотермией и отсутствием усадки, что способствует обеспечению трещиностойкости конструкций;

— Обеспечение высокого качества бетонных работ за счет применения высокоподвижных (осадка конуса 22...24 см) бетонных смесей, обеспечивающих хорошую «перекачиваемость», повышенную удобоукладываемость и сегрегационную устойчивость.

— разработка регламента бетонирования с учетом последовательности (деление на захватки и температурно-усадочные блоки) бетонирования и особенностей ухода за бетоном в период твердения.

Как показала практика внедрения (в настоящее время только в г. Москве возведено более 20 подземных частей зданий и сооружений по технологии «Бенлая ванна»), основная сложность заключается в назначении армирования с учетом требований по трещиностойкости конструкций. Может быть рекомендован следующий алгоритм действий:

1. Заказчик назначает «класс сооружения» по условиям эксплуатации согласно [3, табл. 5.2] и указывает в «Задании на проектирование защиты от подземных вод» для проектной организации – автора проекта здания. Разделяют два класса: I – в помещениях не допускаются активные протечки (капельные, струйные), в том числе временно через трещины, не допускается наличие намоканий на поверхности конструкций (жилые и административные здания, помещения с высокими требованиями – картинные галереи, архивы и др.), II - в помещениях не допускаются активные протечки (капельные, струйные), но допускается наличие намоканий и образование конденсата (подземные гаражи, коллекторы, склады);

2. В зависимости от назначенного класса сооружения и гидростатического напора [3, рис. 9.2] назначается допустимая ширина раскрытия сквозных силовых трещин [3, пп. 9.2.5-9.2.6 и табл. 9.1], образующихся на стадии возведения;

3. Предельно-допустимая ширина раскрытия несквозных трещин определяется в соответствии с [1, табл. Ж.4] Согласно [3, пп. 9.2.7] количество арматуры «в направлении действия растягивающих напряжений» должно назначаться по расчету трещиностойкости,

выполняемому по [2]. Расчет трещиностойкости следует выполнять с учетом предельно допустимого значения непродолжительного и продолжительного раскрытия трещин, отличающегося от значений [2, п. 8.2.6], обычно принимаемых при проектировании.

Так, например, для сооружения II класса должны учитываться следующие предельно – допустимые значения ширины раскрытия трещин:

- 0,15 и 0,10 мм для фундаментной плиты и нижних сечений наружных стен вместо 0,4 и 0,3 мм (при непродолжительном и продолжительном раскрытии);
- 0,20 и 0,15 мм для верхних сечений наружных стен и плиты покрытия вместо 0,4 и 0,3 мм (при непродолжительном и продолжительном раскрытии).

Следует отметить, что учет указанных повышенных требований по ограничению ширины раскрытия трещин требуется не для всех расчетных сечений с максимальными усилиями, а только для сечений в зоне действия положительных моментов и замачивания подземными водами (рисунок 2).

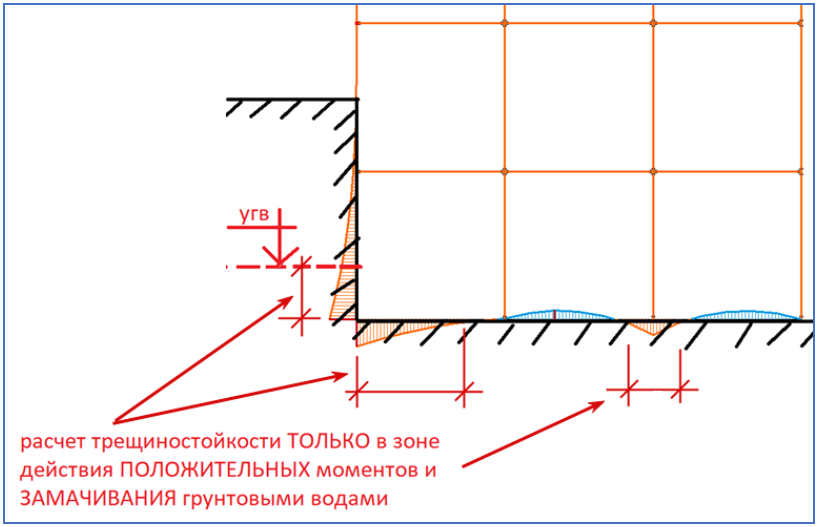


Рисунок 2 – Схема участков ограждающих конструкций, для которых требуется расчет трещиностойкости.

Для сооружения I класса наличие трещин не допускается.

По результатам внедрения системы защиты «Типа А» с учетом обеспечения указанных выше конструктивных и технологических требований установлено, что во многих случаях требуется увеличение расход арматуры в зоне действия положительных моментов. Для обычных условий строительства увеличение армирования составляет около 20%.

При сравнении технико-экономических показателей традиционного (ЕПДМ мембрана) и примененного («Белая ванна») решений для одного из объектов г. Москвы было установлено, что в период строительства удельная стоимость железобетона фундаментной плиты увеличилась на 250 руб/м3, или 0,8% (за счет отсутствия затрат на вторичную гидроизоляцию и увеличения затрат на арматуру и модифицированный бетон), однако в период эксплуатации (около 10 лет наблюдений) ремонт гидроизоляции – не требовался.

При традиционной оклеечной гидроизоляции стоимость одного цикла ремонта протечек инъектированием полимерных составов составляет 50-150 руб/м3 бетона и более. Учитывая, что в большинстве случаев одного цикла ремонта не достаточно (например, миграции очагов фильтрации в стенах), уже через несколько лет эксплуатации затраты на ремонт превысят затраты на внедрение «Белой ванны».

С учетом результатов накопленного опыта, инициатором внедрения системы защиты от подземных вод «Белая ванна» все чаще становится Подрядчик по производству строительных работ, а не только Заказчик или эксплуатирующая здание организация, что свидетельствует не только о «долгосрочной» но и «краткосрочной» (в пределах гарантийного срока Подрядной организации – до 2-х лет с момента завершения строительства) экономической эффективности затрат.

Выводы

1. Внедрение системы защиты по типу А (первичной) ведет к удорожанию строительства подземной части сооружения примерно на 1%, но значительно снижает стоимость мероприятий по обеспечению надежности гидроизоляции в период гарантийного срока и эксплуатации, сводя их практически к нулю.
2. Экономическая эффективность затрат на внедрение системы защиты по типу А или «Белой ванны» подтверждается не только Заказчиком, но и Подрядными организациями.

Литература

1. СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии
2. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения
3. СП 250.1325800.2016 Здания и сооружения. Защита от подземных вод.
4. СТО НОСТРОЙ 2.7.156-2014 Устройство водонепроницаемых конструкций, Москва, 2017.
5. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий Часть I Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий, Москва 2008
6. Кардумян Г.С. Низкотермичные бетоны с компенсированной усадкой, модифицированные комплексной добавкой «ЭМБЭЛИТ», для водонепроницаемых конструкций по системе «Белая ванна» // Строительные Материалы, № 11-2012, с. 49-55.
7. ФУРМАНОВ Н.Е. Благоприятный состав бетона для изготовления водонепроницаемых конструкций по системе «Белая ванна». // Инженерно-строительный журнал, 2009, № 3, стр.11-16.
8. ШИФРИН С.А., КАРДУМЯН Г.С.Использование органоминеральных модификаторов серии МБ для снижения температурных напряжений в бетонируемых массивных конструкциях. // Строительные материалы, 2007, № 9, стр.9-11.
9. BS 8102:2009 Code of practice for protection of below ground structures against water from the ground, BSI 2009. 38 p.
10. DIN EN 206-1: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformitdt, Ausgabe 2000 in Verbindung mit DIN 1045-1 bis-4: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Ausgabe 2001.
11. KARDUMYAN G.Non-shrinkage low cement concrete of low permeability and exothermicity for crack resistant massive structures. // 17 International Baustofftagung, Weimar, 26-29 Sept. 2009, Band 2, pp.523-529.

Ключевые слова: защита от подземных вод, первичная гидроизоляция, расчет трещиностойкости, экономическая эффективность.

Key words: protection from groundwater, primary waterproofing, calculation of crack resistance, economic efficiency.

Иванов Сергей Ильич, инженер-строитель, кандидат технических наук. Работает в лаборатории железобетонных конструкций и контроля качества НИИЖБ им.А.А.Гвоздева с 2000 г.

Кардумян Галина Суреновна, инженер-строитель, кандидат технических наук. Работает в лаборатории «Химических добавок и модифицированных бетонов» НИИЖБ им.А.А. Гвоздевас 2002 г.

Ivanov Sergey Ilyich, civil engineer, candidate of technical sciences.

Works in the laboratory of reinforced concrete structures and quality control NIIZHB them. A.A. Gvozdyova since 2000.

Kardumyan Galina Surenovna, civil engineer, candidate of technical sciences. Works in the laboratory "Chemical additives and modified concretes" NIIZHB them. A.A. Gvozdyovasince 2002.

Для цитирования:

Иванов С.И. Гидроизоляция подземной части зданий методом «белая ванна»/ С.И. Иванов, Г.С. Кардумян // Новое вархитектуре, проектировании строительных конструкций иреконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской)конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018.– С. 242 - 249.

Citation:

Ivanov S.I. Waterproofing underground part of buildings by the "white bath" method /S.I. Ivanov, G.S. Kardumyan// New in architecture, design constructionand renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia)Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary,2018. – P. 242 - 249.

УДК 69.034.92

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОСТОЙКОСТЬ КАРКАСОВ НА МОДИФИЦИРОВАННОМ ЦЕМЕНТНОМ СВЯЗУЮЩЕМ И ИЗВЕСТНЯКОВОМ ЩЕБНЕ[1]

С.В. Казначеев, А.Д. Богатов, В.Т. Ерофеев
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Россия

Аннотация.

В статье приведены результаты исследований биологической стойкости модифицированных цементных клеевых составов и физико-механических свойств известняковых каркасов на их основе. Установлено повышение биологической стойкости и улучшение прочностных показателей при сжатии и изгибе.

PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES AND BIOPROOFNESS OF FRAMEWORKS ON THE MODIFIED CEMENT BINDING AND CALCAREOUS CRUSHED STONE

Abstract

In article results of researches of biological firmness of the modified cement glue structures and physicomechanical calcareous frameworks of property are given in their basis. Increase in biological firmness and improvement of strength indicators at compression and a bend is established.

Развитие современного общества подразумевает возрастающие потребности в современных строительных материалах, изделиях и конструкциях, удовлетворяющим требованиям по физико-механическим и эксплуатационным показателям, а также стойкости в различных агрессивных средах (биологических, химических, климатических и т.д.) [1]. Этого можно добиться с помощью совершенствования как самих материалов, так технологии изготовления изделий. Улучшение свойств материалов можно добиться с помощью их модификации, в частности введения добавок или активации воды затворения магнитным полем или электрическим током [2, 3, 4]. Одним из эффективных направлений

[1]Работа проведена при поддержке гранта РФФИ РМ №18-48-130014 «Пенобетоны на основе электрохимически и электромагнитно-активированной воды затворения».

совершенствования структуры строительных композитов является получение материалов каркасной структуры. Технология их изготовления включает предварительное создание оптимальных смесей заполнителей и склеивание зерен друг с другом с помощью клеевых составов на основе различных связующих [5]. Данные методы позволяют улучшить ряд свойств строительных материалов, поэтому в нашей работе мы исследовали их эффективность их совмещения при изготовлении композитов.

Основным компонентом композиционных материалов является связующее вещество, которое под воздействием отвердителей или воды переходит из жидкого или тестообразного состояния в твердое. Наиболее доступными и широко используемыми в строительстве являются цементные связующие, чем и был обусловлен выбор в нашем исследовании бездобавочного портландцемента М500 ОАО «Мордовцемент», удовлетворяющего требованиям ГОСТ 10178–88. Нами были проведены исследования, направленные на исследование биостойкости и физико-механических свойств каркасов на модифицированном цементном клее и известняковом щебне фракции 5–10 мм Будаевского месторождения Республики Мордовия

Клеевой состав изготовлялся на основе портландцемента с модифицирующими добавками, в качестве которых использовались препараты марки «Тефлекс», содержащие в своей основе полигексаметиленгуанидин, и воды затворения, активированной магнитным полем и электрическим током.

На первом этапе были проведены испытания образцов размером 10×10×30 мм на грибостойкость и наличие фунгицидных свойств в соответствии с ГОСТ 9049−91. В качестве тест-организмов использовалась стандартная среда мицелиальных грибов. Испытания проводились двумя методами. Их сущность заключается в выдерживании материалов, зараженных спорами плесневых грибов, в оптимальных для их развития условиях. Методом 1 (без дополнительных источников углеродного и минерального питания) устанавливали, является ли материал питательной средой для микромицетов. Методом 3 (на твердой питательной среде Чапека–Докса) определяли наличие у материала фунгицидных свойств и влияние внешних загрязнений на его грибостойкость.

Модифицированные цементные составы имеют повышенную биостойкость (обладают грибостойкими и фунгицидными свойствами) и пригодны для применения в качестве клеевых композиций (таблица 1).

Таблица 1

Биостойкость модифицированных клеевых составов

№ состава	Добавка	Устойчивость к действию грибов, баллы		Характеристика по ГОСТ
		Метод 1	Метод 3	
1	Контрольный состав	3	4	Негрибостоек
2	«Тефлекс Антиплесень»	0	4	Грибостоек
3	«ТефлексАнтисоль смывка»	1	4	Грибостоек
4	«Тефлекс Реставратор»	0	3	Грибостоек
5	«Тефлекс Защита для металла»	0	3	Грибостоек
6	«Тефлекс дезинфицирующий»	0	0	Фунгициден
7	«Тефлекс индустриальный»	0	0	Фунгициден

У модифицированных составов, содержащих «ТефлексАнтиплесень» и «Тефлекс Реставратор», при выдерживании в среде, зараженной спорами плесневых грибов, в условиях, оптимальных для их развития без дополнительных источников углеродного и минерального питания, в результате осмотра под микроскопом рост грибов не был обнаружен.

Использование препаратов «Тефлекс дезинфицирующий» и «Тефлекс индустриальный» придает получаемому модифицированному цементному клеевому составу фунгицидные свойства. При этом при введении добавки «Тефлекс индустриальный» в количестве достигается зона ингибирования роста грибов радиусом 10 мм.

На втором этапе проводились исследования физико-механических свойств композитов на модифицированном вяжущем. Было установлено, что ведение всех рассмотренных добавок оказывает пластифицирующее действие и уменьшает соотношение жидкой фазы и сухих компонентов необходимое для создания равноподвижной смеси. На основе данных клеевых смесей были изготовлены образцы каркасов размером 40×40×160 мм.

Исследование заключалось в установлении кинетики изменения прочностных свойств каркасов в процессе твердения. Для этого

производили испытание образцов, отвержденных в нормальных условиях в течение 3, 7 и 28 суток. Результаты испытаний модифицированных композитов сравнивались с результатами испытаний образцов, не содержащих добавок. Полученные графические зависимости изменения прочности на сжатие и при изгибе, каркасов на известняковом щебне и модифицированном цементном клее приведены на рис. 1 и 2.

Из графиков (рис. 1, 2) видно, что по прочностным свойствам при испытании как на сжатие, так и на изгиб ряд каркасов на известняковом щебне, склеенных составами, модифицированными биоцидными препаратами на основе гуанидина превосходит бездобавочные.

Более высокие прочностные характеристики при испытании на сжатие зафиксированы при введении препаратов «ТефлексАнтиплесень», «ТефлексАнтисоль смывка», «Тефлекс дезинфицирующий» и «Тефлекс индустриальный». Они на 10–15 % выше, чем у контрольных бездобавочных (см. рис. 1). На 28-е сутки максимальная прочность выявлена у материалов, содержащих «ТефлексАнтиплесень», «ТефлексАнтисоль смывка» (см. рис. 1 *в*).

Наибольшая прочность при изгибе установлена при модификации клеевых составов каркасов препаратами «ТефлексАнтисоль смывка», «Тефлекс индустриальный», а также «ТефлексАнтиплесень» (в ранние сроки твердения). Их прочностные характеристики выше, чем у контрольных бездобавочных композитов, до 5 % (см. рис. 2).

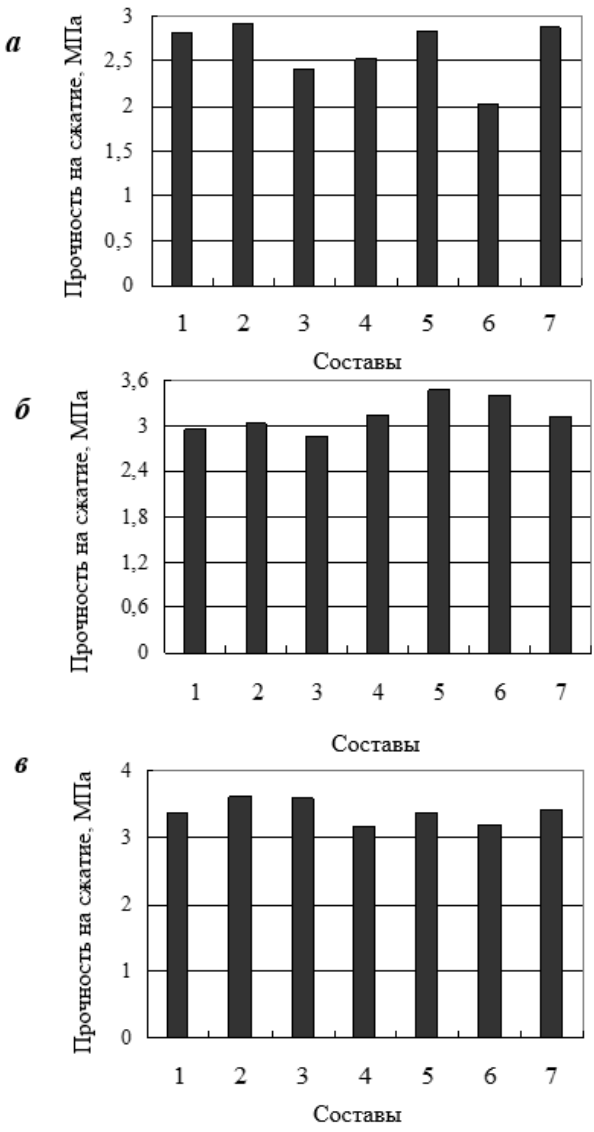


Рис. 1. Зависимость изменения прочности на сжатие каркасов на известняковом щебне и модифицированном цементном клее, в возрасте 3 (*а*), 7-и (*б*) и 28-и (*в*) суток (составы см. в табл.)

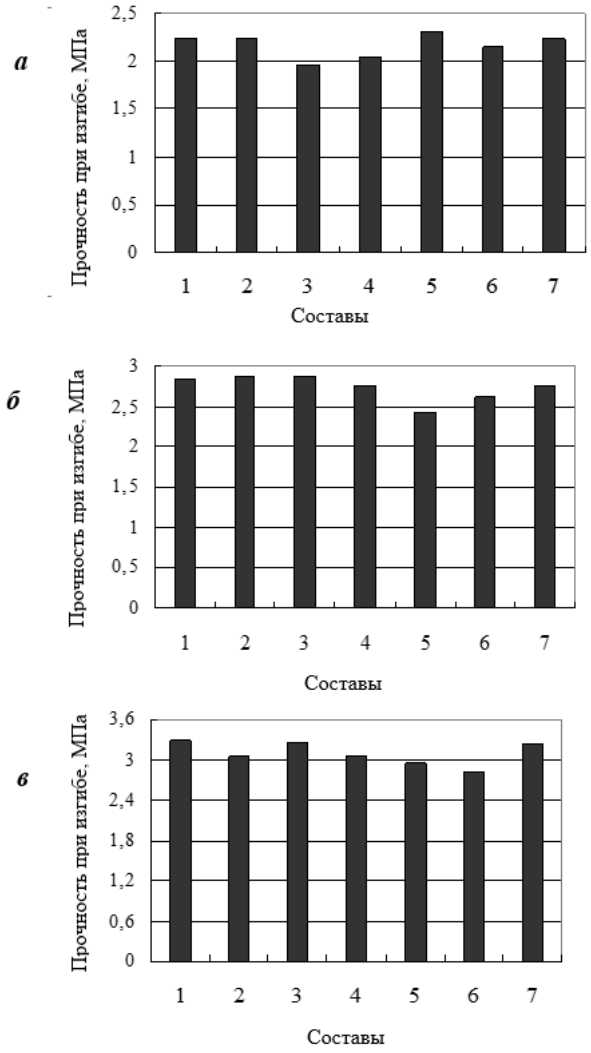


Рис. 2. Зависимость изменения прочности при изгибе каркасов на известняковом щебне и модифицированном цементном клее, в возрасте 3 (*а*), 7-и (*б*) и 28-и (*в*) суток (составы см. в табл.)

Кроме того, было отмечено что повышенной средней плотностью характеризуются каркасы на клеевых составах, модифицированых

препаратами «ТефлексАнтисоль смывка» и «Тефлекс дезинфицирующий».

Таким образом, на примере каркасов, изготовленных на известняковом щебне и цементном вяжущем подтверждена эффективность применения биоцидных клеевых составов для модификации которых использованы препараты марки «Тефлекс», содержащие в своей основе полигексаметиленгуанидин, и магнитно- и электрохимически активированную воду затворения. Показано, что ряд модифицированных каркасов обладает более высокими прочностными показателями по сравнению с бездобавочными, а соответственно использование разработанных составовпозволяет не только повысить биологическую стойкость композитов, но и оптимизировать их физико-механические свойства.

Литература

1. Противодействие биоповреждениям на этапах строительства, эксплуатации и ремонта в жилых и производственных помещениях : учеб. пособие / В. Т. Ерофеев, Д. А. Светлов, С. В. Казначеев [и др.] ; под общ. ред. акад. РААСН В. Т. Ерофеева. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2017. − 172 с.

2. Защита зданий и сооружений от микробиологических повреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина / под ред. П. Г. Комохова, В. Т. Ерофеева, Г. Е. Афиногенова. – СПб. : Наука, 2009. – 192 с.

3. Цементные композиты на основе магнитно- и электрохимически активированной воды затворения / Ю. М. Баженов, С. В. Федосов, В. Т. Ерофеев [и др.]. –Саранск : Изд-во Мордовского ун-та, 2011. – 126.

4. Емельянов Д. В. Пенобетоны на основе электрохимически и электромагнитно-активированной воды затворения :автореф. дис. ... канд. техн. наук / Д. В. Емельянов. – Пенза, 2013. – 23 с.

5. Ерофеев В. Т. Каркасные строительные композиты :автореф. дис… д-ра. техн. наук / В. Т. Ерофеев. – М., 1993. – 51 с.

6. Ограждающие конструкции на основе каркасного керамзитобе-тона для производственных зданий / Ю. М. Баженов, В. Т. Ерофеев, Е. А. Митина [и др.]. ; под общ. ред. Ю. М. Баженова, В. Т. Ерофеева.− Са-ранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2004. − 212 с.

Ключевые слова: каркас, клеевой состав, добавка, модификация, биостойкость, прочность.

Key words: framework, glue structure, additive, modification, bioproofness, durability.

Сергей Валерьевич Казначеев, кандидат технических наук, доцент, kaznacheevsv@rambler.ru

Андрей Дмитриевич Богатов, кандидат технических наук, доцент, bogatovad@list.ru.

Владимир Трофимович Ерофеев, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительных материалов и технологий

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва. Россия, 430005, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68., Россия

SergeyValeryevichKaznacheev, CandidateofEngineeringSciences, Assistantprofessor. E-mail: kaznacheevsv@rambler.ru.

Andrey DmitrievichBogatov, Candidate of Engineering Sciences, associate professor; bogatovad@list.ru.

Vladimir TrofimovichErofeyev, Doctor of Engineering Sciences, professor, head of the department of construction materials and technologies

National Research Mordovia State University. Russia, 430005, Saransk, BolshevistskayaSt., 68.

Работа проведена при поддержке гранта РФФИ РМ №18-48-130014 «Пенобетоны на основе электрохимически и электромагнитно-активированной воды затворения».

Для цитирования:

Казначеев С.В. Физико-механические свойства и биостойкость каркасов на модифицированном цементном связующем и известняковом щебне/ С.В. Казначеев, А.Д. Богатов, В.Т. Ерофеев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 250 - 257.

Citation:

Kaznacheev S.V. Physicomechanical properties and bioproofness of frameworks on the modified cement binding and calcareous crushed stone/ S.V. Kaznacheev, A.D. Bogatov, V.T. Erofeyev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 250 - 257.

УДК 69.059.3

КОНСТРУТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПЕРЕКРЫТИЙ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

В.В. Павлов, Е.В. Хорьков
Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

Аннотация

При реконструкции зданий и сооружений одним из основных вопросов является снижение веса вновь проектируемых конструкций и использование монолитного железобетона при их возведении. Проводимые исследования направлены на оптимизацию конструктивных решений перекрытий с учетом особенностей объемно-планировочных решений зданий.

CONSTRUCTIVE-TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF THE CEILINGS OF THE RECONSTRUCTED BUILDINGS

Abstract

During the reconstruction of buildings and structures, one of the main issues is to reduce the weight of the newly designed structures and the use of monolithic reinforced concrete in their construction. The research is aimed at optimization of structural solutions of floors taking into account the features of space-planning solutions of buildings.

Использование облегченных конструкций перекрытий и покрытий реконструируемых зданий является приоритетной задачей, поскольку позволяет снизить нагрузку на несущие конструкции и основания зданий и сооружений. Использование монолитного железобетона для их возведения также является актуальным вопросом, поскольку позволяет реализовать различные формы и геометрические размеры возводимых конструкций. При этом актуальным остается вопрос об их соответствии противопожарным [1] и эксплуатационным требованиям [2, 3]. Использование железобетонных конструкций позволяет учесть вышеуказанные требования. При этом вопрос снижения веса железобетонных конструкций остается достаточно актуальным. Уменьшение удельного веса рассматриваемых конструкций возможно при использования различных пустотообразователей, чему посвящены отечественные и зарубежные работы. Известны различные технические решения (кессонные, с использованием полимерных шаров, картонных и полимерных труб и др. видов

пустотообразователей, в т.ч. из материалов вторичной переработки) облегченных конструкций перекрытий [4-12]. При использовании отдельных видов пустотообразователей вес перекрытий, по сравнению со сплошными плитами снижается до 35 %.

Исследования, проведенные Парфеновой Д.Ю., Яхъеевым Д.Р и Баяновой Д.Р. в рамках магистерских диссертаций, различных технических решений конструкций облегченных перекрытий позволили предположить, что эффективность использования той или иной конструкции зависит от различных факторов (пролет, схема опирания).

Была сформирована задача исследований, решение которой позволило определить наиболее эффективные конструктивные решения облегченных перекрытий при различных факторах. Сформированы цель и задачи исследований.

Научная новизна работы:

Разработка конструктивно-технологических рекомендаций по применению облегченных монолитных железобетонных конструкций перекрытий для реконструируемых зданий.

Практическая значимость:

Использование облегченных железобетонных конструкций перекрытий реконструируемых зданий позволит обеспечить выполнение нормативных эксплуатационных требований и снизить нагрузки на конструкции и основания здания.

Внедрение:

Результаты работы планируется внедрить в виде конструктивно-технологических рекомендаций по замене существующих перекрытий реконструируемых зданий на облегченные железобетонные.

Цель работы:

Разработка вариантов конструктивно-технологических решений замены перекрытий реконструируемых зданий, учитывающих особенности их расчетной схемы.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- изучить существующие конструктивные решенияоблегченных железобетонных перекрытий и виды применяемых пустотообразователей;
- разработать программу и провести численные исследования для определения наиболее оптимальных технических решений, учитывающих особенности объемно-планировочных решений реконструируемых зданий;

- предложить рекомендации по использованию различных конструктивных решений облегченных перекрытий в реконструируемых зданиях.

Известны различные виды облегченных конструкций перекрытий, в том числе:

- кессонные конструкции перекрытий, которые получили широкое распространение в возведении зданий и сооружений, в том числе и в европейских странах, таких как: Испания, Великобритания и др. [7]. Наиболее часто такие перекрытия применяются при строительстве административных зданий. Кессонное перекрытие - это ребристая конструкция с вертикальными ребрами, которые расположены в нижней зоне (рис.1);

- предложены варианты и конструктивные решения устройства облегченных безбалочных железобетонных перекрытий с легкими камнями в работе А.А. Гвоздева [8];

- использование сферических пустотообразователей [9] позволяет в значительной степени снизить вес перекрытий, обеспечивая при этом его значительную несущую способность (рис. 2);

- в [10] предложено устройство облегченных конструкций перекрытий с использованием в качестве пустотообразователей картонных труб, выполненных из переработанных бытовых отходов (рис. 3);

Рис. 1 Кессонное перекрытие здания

- в работе В. И. Мурашова [11] предлагается устройство облегченных перекрытий с использованием в качестве пустотообразователей ящиков и камней;

- также известна система облегченных конструкций перекрытий, выполненная с использованием технологии «Plastbau» [12], рис. 4.

Рис. 2 Облегченная конструкция перекрытия с использованием сферических пустотообразователей

Выполненное сравнение технических решений облегченных конструкций перекрытий показало, что наиболее рациональными для устройства перекрытий в реконструируемых зданиях являются перекрытия с цилиндрическими и сферическими пустотообразователями. Здесь также необходимо учитывать тот факт, что при изготовлении этих типов пустотообразователей часто используются материалы вторичной переработки.

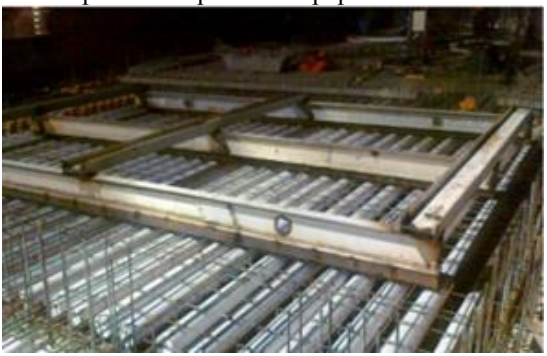


Рис. 3 Облегченная конструкция перекрытия с использованием цилиндрических пустотообразователей

Рис. 4 Конструкция перекрытия системы «Plastbau»

Эффективность применения перекрытий с использованием пустотообразователей достигается тем, что они конструируются с учетом принципа оптимизации изгибаемых конструкций, когда большая часть бетона «удаляется» из их растянутой зоны. При этом формируются вертикальные ребра, которые и обеспечивают прочность перекрытий как по наклонным, так и нормальным сечениям.

Для определения степени влияния различных факторов (пролет, ширина и схема опирания) на прочность и деформативность поперечных сечений плит перекрытий с различными видами пустотообразователей, определены критерии, которые позволят определить оптимальную конструкцию облегченного перекрытия для конкретных условий каждого из реконструируемых зданий, а именно:

- ширина плит от 1000 до 4000 мм;
- пролет плит от 3000 до 7000 мм;
- тип опирания: шарнирное по двум или четырем сторонам;
- типы используемых пустотообразователей: цилиндрические, сферические;
- толщина плиты принимается в зависимости от типа пустотообразователя.

На основе принятых критериев, была сформирована информационная схема численных исследований, с указанием варьируемых параметров (рис. 5).

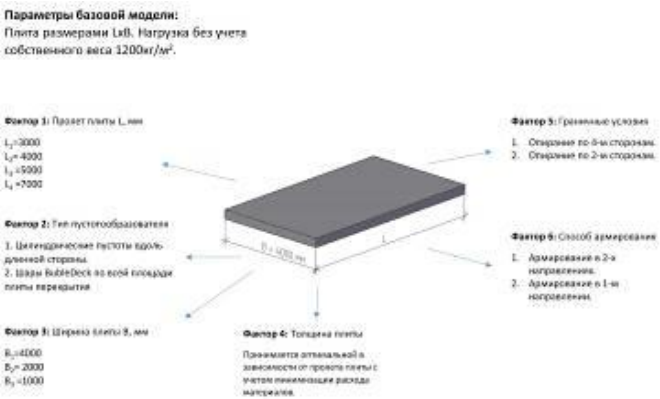


Рис. 5 Варьируемые параметры численных исследований

Анализ результатов численных исследований позволил определить конструктивные решения облегченных перекрытий, с учетом варьируемых факторов. Полученные результаты конструктивных решений приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Перекрытия с цилиндрическими пустотообразователями

Пролет, м	Ширина, м	Вид пустот	Толщина плиты, мм	Кол-во сторон опирания	Тип армирования	Основное армирование, мм2
Цилиндрические пустотообразователи						
7000	4000	Цилиндры ф140	260	4	2 слоя	Конструктивное Ф12/200
7000	4000	Цилиндры ф140	260	2	2 слоя	Ф20/200
7000	2000	Цилиндры ф140	260	2	2 слоя	Ф18/200
7000	1000	Цилиндры ф140	230	2	1 слой	Ф18/200
5000	4000	Цилиндры ф140	260	4	2 слоя	Конструктивное Ф12/200
5000	2000	Цилиндры ф140	260	2	2 слоя	Ф16/200
5000	1000	Цилиндры ф140	220	2	1 слой	Ф16/200
3000	4000	Цилиндры ф140	260	4	2 слоя	Конструктивное Ф12/200
3000	2000	Цилиндры ф140	260	2	2 слоя	Конструктивное Ф12/200
3000	1000	Цилиндры ф140	220	2	1 слой	Конструктивное Ф12/200

Таблица 2. Перекрытия со сферическими пустотообразователями

Пролет, м	Ширина, м	Вид пустот	Толщина плиты, мм	Кол-во сторон опирания	Тип армирования	Основное армирование, мм^2
Цилиндрические пустотообразователи						
7000	4000	Шары ф180	250	4	2 слоя	Конструктивное Ф12/200
7000	4000	Шары ф180	250	2	2 слоя	Ф20/200
7000	2000	Шары ф180	250	2	2 слоя	Ф18/200
7000	1000	Шары ф180	250	2	2 слоя	Ф18/200
5000	4000	Шары ф180	250	4	2 слоя	Конструктивное Ф12/200
5000	2000	Шары ф180	250	2	2 слоя	Ф16/200
5000	1000	Шары ф180	250	2	2 слоя	Ф14/200
3000	4000	Шары ф180	230	4	2 слоя	Конструктивное Ф12/200
3000	2000	Шары ф180	230	2	2 слоя	Конструктивное Ф12/200
3000	1000	Шары ф180	230	2	2 слоя	Конструктивное Ф12/200

Анализ полученных данных позволил определить, что расход арматуры для плит с идентичными характеристиками (пролет, ширина) с разными пустотообразователями практически идентичен. Отмечено снижение процента армирования плит со сферическими пустотообразователями для пролетов менее 5 метров.

Расход бетона в плитах, по показателю соотношение объема бетона к площади перекрытия, показал, что при использовании сферических пустотообразователей это значение составляет 0,16 м3/м2, а для плит с цилиндрическими пустотами при двухслойном армировании этот показатель равен 0,175 м3/м2, при однослойном армировании 0,14 м3/м2.

Вывод: при конструировании облегченных плит перекрытий с пролетами до 5 метров наиболее эффективно использовать плиты малой ширины с цилиндрическими пустотообразователями (с однослойным армированием), при пролетах более 5 метров эффективнее использовать плиты с опиранием по четырем сторонам и использованием сферических пустотообразователей, что позволяет снизить расход бетона.

Литература

1. СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».

2. СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003.

СП 118.13330.2012* Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями 1, 2).

3. А.А. Афанасьев, Е.П. Матвеев: «Реконструкция жилых зданий. Часть I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий», Москва 2008.

4. Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий. Ч.I, II. - М., 1999. - 367 с. и 363 с.

5. Булгаков С.Н. Реконструкция жилых зданий. - М.: ГУП ЦПП, 1999. - 248 с.

6. Лоскутов И.С. Монолитные железобетонные кессонные перекрытия, Москва 2015г.

7. А. А. Гвоздев «Безбалочные перекрытия с легкими камнями», Москва 2011г.

8. http://pobetony.ru/bloki-i-perekrytiya/babldek/

9. Патент №92047 раздела E04B5/32 Ахметзянов Ф.Х., Юзмухаметова А. М.

10. В. И. Мурашов «Облегченные железобетонные конструкции со включением камней и ящиков» /Перспективы развития новых технологий в строительстве Республики Беларусь: сб. науч. труд. — Брестский политехнический институт, 2003. — 127 с.

11. http://plastbau56.ru/data/downloads/plastbau_uzsk_manual_mont.

Ключевые слова: реконструкция зданий, облегченные перекрытия, пустотообразователи.

Key words: reconstruction of buildings, light-weight ceilings, hollow core.

Павлов В.В. – кандидат технических наук, доцент
E-mail: newtura@mail.ru
Хорьков Е.В. – ассистент
E-mail: evg-ne@mail.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Адресорганизации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Pavlov V.V. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: newtura@mail.ru
Khorkov E.V. – assistent
E-mail: evg-ne@mail.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering. The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenayast., 1

Для цитирования:
Павлов В.В. Конструтивно-технологические решения перекрытий реконструируемых зданий/ В.ВПавлов, Е.ВХорьков // Новое вархитектуре, проектировании строительных конструкций ирекконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской)конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018.– С. 258 - 266.

Citation:
Pavlov V.V. Constructive-technological solutions of the ceilings of the reconstructed buildings /V.V. Pavlov, E.V. Khorkov// New in architecture, design constructionand renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary,2018. – P. 258 - 266.

УДК 69.032.22:531.79

ИНФОРМАТИВНОСТЬ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ПРИНЦИПА МИНИМИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВА ДАТЧИКОВ

А.Н. Плотников, М.Ю. Иванов, Е.Н. Порфирьева
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье обобщаются проблемы, связанные с мониторингом высотных зданий. Одной из проблем является минимизация количества датчиков из учета закономерностей работы несущих систем. Дается описание методики по размещению приборов, необходимых для мониторинга высотных зданий. Произведен расчет деформаций различных конструктивных систем от ветровой статической нагрузки, а также сопоставление ручного и компьютерного расчета. Определено рекомендуемое количество датчиков с необходимым диапазоном для измерения возникающих деформаций в ходе эксплуатации.

INFORMATIVITY OF MONITORING SYSTEMS OF HIGH-RISE BUILDINGS FROM THE PRINCIPLE OF MINIMIZING THE NUMBER OF SENSORS

Abstract

The article summarizes the problems associated with monitoring high-rise buildings. One of the problems is the minimization of the number of sensors from accounting for the patterns of operation of carrier systems. A description of the methodology for the placement of instruments necessary for monitoring high-rise buildings is given. The calculation of the deformations of various structural systems from wind static load, as well as a comparison of manual and computer calculations, was made. The recommended number of sensors with the required range for measuring the resulting deformations during operation has been determined.

Высотные здания все чаще появляются в облике современных городов. Концентрация большой массы на малой площади поверхности делает здания чувствительными к различным деформациям. Из этого вытекает необходимость в периодическом, а зачастую и в непрерывном мониторинге состояния конструкций. Однако установка и обслуживание систем мониторинга –

дорогостоящее мероприятие. Поэтому количество датчиков можно уменьшить из учета закономерностей работы несущих систем высотных зданий.

Здания различных конструктивных систем имеют общие зависимости деформации продольной оси от жесткости вертикальных и горизонтальных несущих элементов.

Из мирового опыта эксплуатации высотных зданий прослеживается акцент на измерение амплитудно-частотных характеристик (АЧХ), отклонения от вертикали регистрируются, в основном, GPS - датчиками. По имеющимся данным, эти методы эффективны при больших амплитудах, т.е. для очень высоких зданий и сооружений, как показано на рис. 1.

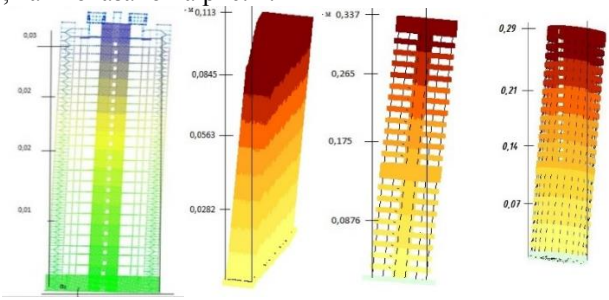


Рис.1. Деформации зданий различных конструктивных систем от ветровой статической нагрузки по результатам расчета.

Наиболее массовыми в настоящее время являются здания высотой 100 – 150 м с жесткой конструктивной системой (перекрестно-стеновая, радиально-стеновая, связевый каркас с ядром жесткости, «труба в тубе»).

Отслеживание изменений АЧХ для зданий большой жесткости требует учета сложного профиля поперечного сечения здания, типов соединений и определения при этом тонов спектра колебаний. Без учета этих параметров измерение АЧХ недостаточно эффективно. Жесткость, а, следовательно, частота колебаний может изменяться как при значительных изменениях свойств бетона, так и развития трещин в вертикальных конструкциях. Если свойства конструкции изменяются незначительно, то, в основном, акселерометры отслеживают влияние на деформации здания динамических нагрузок: порывов ветра, транспорта, землетрясений.

Минимизация количества характерных (критических) точек мониторинга высотных зданий должна осуществляться исходя из анализа экстремумов функции деформаций вертикальной оси здания

(П.Ф. Дроздов) и сохранения горизонтальной плоскости перекрытий (Снежков, Леонович).

Распределение внутренних усилий в несущих элементах системы и характер перераспределения между ними внешних силовых воздействий, в значительной степени определяется жесткостью самих элементов и податливостью сопряжений. Жесткость железобетонных элементов и податливость узловых сопряжений значительно зависит от их напряженно-деформированного состояния, характеристик используемых материалов и других параметров, зависящих от условий эксплуатации.

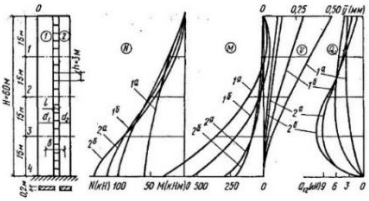


Рис. 2. Распределение деформаций и усилий по высоте здания. Эпюры продольных сил (N), изгибающих моментов (M), поперечных сил (Q), прогиб (v) связевой системы при соотношениях приведенных жесткостных характеристиках между отдельными вертикальными элементами.

Деформации в значительной степени зависят от соотношения жесткости вертикальных и горизонтальных элементов каркаса. Характерные точки перелома находятся через ¼ высоты здания.

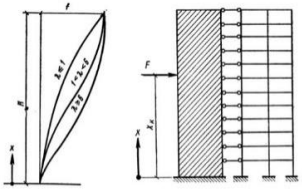


Рис. 3. Распределение деформаций по высоте здания в зависимости от жесткости вертикальных элементов. λ - характеристика жесткости вертикальных диафрагменных элементов (ядра), при значении менее 1 - более жесткие вертикальные элементы, более 6 – более гибкие.

Нахождение прогибов осуществляется по формулам, представленным П.Ф. Дроздовым в учебном пособии «Конструирование и расчет несущих систем многоэтажных зданий и их элементов».

Горизонтальное перемещение (прогиб) в любом сечении несущей системы или конструкции в принятой системе координат:

$$v(x) = \int_x^H a dx = v_s(x) + \frac{n \cdot B_a}{(\lambda^2 \cdot B_u \cdot \sum B)} \cdot \left\{ q \cdot \left[ch\lambda H - ch\lambda x + \beta (sh\lambda H - sh\lambda x) + (1-a) \cdot \left(1 - \frac{x}{H}\right) \right] \cdot \lambda^{-2} + M_h(H) - M_h(x) \right\} \quad (1)$$

где $v_s(x)$ – прогиб в сечении x несущей системы или конструкции с абсолютно жесткими перемычками или ригелями, равный для нагрузки, распределенной по закону трапеции:

$$v_s(x) = \frac{-q \cdot H^4}{120 B_u} \cdot \left[4a + 11 + (a-1) \cdot \left(\frac{x}{H}\right)^5 + 5 \left(\frac{x}{H}\right)^4 - 5 \cdot (3+a) \cdot \frac{x}{H} \right] \quad (2)$$

M_h – изгибающий момент при трапециевидной эпюре горизонтальной нагрузки:

$$M_h = \frac{-(a+2) \cdot q \cdot H^2}{6} \quad (3)$$

Находим первую производную линии прогибов дифференцируя (1) и подставляя (2 и 3):

$$v'(x) = \frac{H^4 \cdot q}{120 \cdot B_u} \cdot \left[\frac{20 \cdot x^3}{H^4} - \frac{5 \cdot a + 15}{H} + \frac{5 \cdot x^4 \cdot (a-1)}{H^5} \right] - \frac{B_a \cdot n}{\sum B \cdot B_u \cdot \lambda^2} \cdot \left[\frac{q \cdot \left[ch\lambda x - ch\lambda H + \beta \cdot (sh\lambda x - sh\lambda H) - (a-1) \cdot \left(\frac{x}{H} - 1\right) \right]}{\lambda^2} - - \frac{q \cdot x^2 \cdot (a+2)}{6} + \frac{H^2 \cdot q \cdot (a+2)}{6} \right] = 0 \quad (4)$$

Находим координаты экстремумов линии прогибов, приравнивая функцию производной нулю:

$$v'(x) = \frac{H^4 \cdot q}{120 \cdot B_u} \cdot \left[\frac{20 \cdot x^3}{H^4} - \frac{5 \cdot a + 15}{H} + \frac{5 \cdot x^4 \cdot (a-1)}{H^5} \right] - \frac{B_a \cdot n}{\sum B \cdot B_u \cdot \lambda^2} \cdot \left[\frac{q \cdot \left[ch\lambda x - ch\lambda H + \beta \cdot (sh\lambda x - sh\lambda H) - (a-1) \cdot \left(\frac{x}{H} - 1\right) \right]}{\lambda^2} - \frac{q \cdot x^2 \cdot (a+2)}{6} + \frac{H^2 \cdot q \cdot (a+2)}{6} \right] = 0 \quad (5)$$

Для анализа были приняты четыре высотных здания разной конструктивной системы.

Здание №1 рамно-связевого каркаса с монолитным железобетонным ядром жесткости (высота 118,75 м; 26 этажей). Датчики размещаем на 1, 7, 13, 20, 26 этажах.

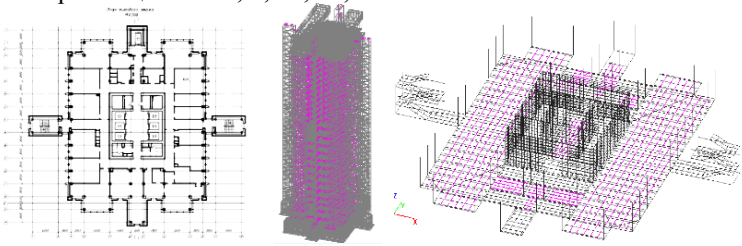


Рис. 4. План этажа и расчетная схема здания

Здание №2 перекрестно-стеновой конструктивной системы (высота 136,81 м; 44 этажа). Датчики размещаем на 1, 11, 22, 33, 44 этажах.

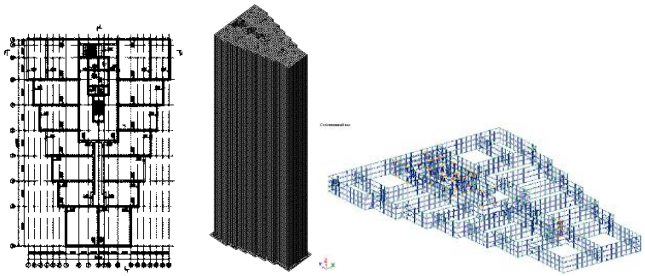


Рис. 5. План этажа и расчетная схема здания

Здание №3 коробчато-ствольной конструктивной системы с атригерными этажами (высота 103,5 м; 23 этажа). Датчики размещаем на 1, 6, 12, 18, 23 этажах.

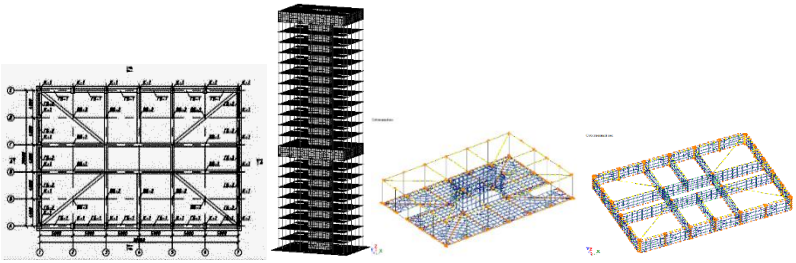


Рис. 6. План этажа и расчетная схема здания

Здание №4 оболочковой конструктивной системы с аутригерными этажами (высота 100 м, 25 этажей). Датчики размещаем на 1, 6, 12, 18, 25 этажах.

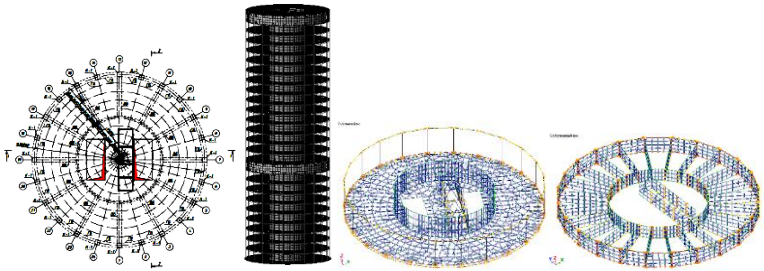


Рис. 7. План этажа и расчетная схема здания

На основе формул, выводимых в работах П.Ф. Дроздова и Э.Е. Сигалова, был произведен ручной расчет по вычислению горизонтальных перемещений конструкции для всех исследуемых зданий. Также были смоделированы расчетные модели в программных комплексах Лира САПР – 2013 и SCAD.

Результаты расчета Таблица 1.

Сечение	x/H	Вернадского, 10		Красногорск		Прямоугольное здание		Круглое здание	
		$v(x)$, м руч. расчет	$v(x)$ Комп. расч.	$v(x)$, м руч. расчет	$v(x)$ Комп. расч.	$v(x)$, м руч. расчет	$v(x)$ Комп. расч.	$v(x)$, м руч. расчет	$v(x)$ Комп. расч.
0	0	0,0124	0,03	0,1363	0,11	0,3236	0,337	0,25	0,298
1	1⁄4	0,0084	0,02	0,1052	0.08	0,2494	0,265	0,181	0,214
2	1⁄2	0,0046	0,02	0,0721	0.05	0,1700	0,175	0,125	0,141
3	3⁄4	0,0016	0,01	0,0227	0,02	0,0835	0,0876	0,065	0.07
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0

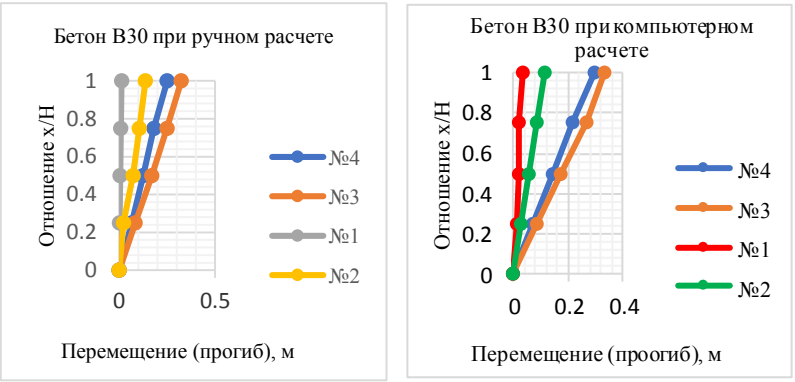


Рис. 8. Сопоставление графиков прогибов плит перекрытий.

При сопоставлении прогибов плит перекрытий из бетона В30 при ручном и компьютерном расчетах, видим, что перемещения почти одинаковы, разница показаний составляет на 0,004 долю, т. е. 4%. Деформации в значительной степени зависят от соотношения жесткости вертикальных и горизонтальных элементов каркаса. Для всех четырех зданий координаты экстремумов линии прогибов, при котором функция производной равной нулю являлись высоты самих зданий.

Высотные здания постоянно находится в движении. Сами здания испытывает неизбежные колебательные движения под воздействием ветровых и сейсмических нагрузок, которые являются динамическими.

Оперативный контроль технического состояния здания производится по собственной частоте колебаний и ускорению точек контроля от динамических нагрузок, определенных при нормальной эксплуатации объекта во всем контролируемом частотном диапазоне, включая более высокие частоты. Акселерометры размещаются равномерно по высоте здания. В случае использования для определения частот колебаний несущих систем зданий в целом вычислительных комплексов, основанных на методе конечных элементов, в качестве подходящей следует принимать собственную частоту, которой соответствует форма колебаний, наиболее близкая форме перемещений здания от статической нагрузки. Оперативный контроль состояния производится по частоте собственных колебаний нескольких высших форм.

Тензометрия базируется на определении напряжений и деформаций в наружных слоях конструкции с помощью тензодатчиков и регистрирующей аппаратуры. Методы и средства тензометрии обеспечивают выявление причин разрушений по результатам исследования напряжённо- деформированного состояния элементов конструкции, позволяют находить наиболее оптимальные и совершенные конструктивные решения, изучать влияние различных технологических факторов на прочность конструкций.

Инклинометры предоставляют сведения о деформациях высотного здания в пространстве, что свидетельствует только о параметрах второй группы предельных состояний. О несущей способности может дать информацию только измерение поверхностных или глубинных деформаций бетона или металла несущих элементов. При этом нужно иметь в виду, что основную долю деформаций дает собственный вес конструкций, а тензометры устанавливаются уже после этого воздействия. Предысторию деформаций можно определить теоретически, при этом нужно оценить уровень напряжений относительно предельного для учета доли нелинейных деформаций, что необходимо знать для проведения проверочных расчетов, и влияния на него перераспределяя усилий.

Минимальное количество датчиков принимается по критическим точкам мониторинга из принципа измерения максимальных значений деформаций и точек экстремумов, что необходимо, так как характеризует форму вертикальной оси здания, зависящую от

соотношения жесткостей элементов системы и их изменения в процессе эксплуатации.

По расчету максимальный предельный крен полученной от временной нагрузки в промежутке 379,02”. Максимальный угол крена предельный для высотного здания по СП 20.13330.2016 составил величину 412”. Оба полученных значения удовлетворяют условию. Исходя из полученный данных, можно прийти к выводу, что инклинометры с диапазоном измерений ±720" угловых секунд (двухкоординатные) достаточны для мониторинга.

Значения предельных относительных деформаций при продолжительном действии нагрузки по СП 20.13330.2016 при относительной влажности воздуха окружающей среды 40-75% при сжатии для тяжелого бетона составляет 0,0034. По расчету для зданий получены предельные относительные деформации при продолжительном действии нагрузки для тяжелого бетона в колоннах составил 0,00227, в ядре жесткости – 0,0003. Все полученные значения удовлетворяют условию. Исходя из этого, можно прийти к выводу, что тензометры с диапазоном измерений от 0 до 3000 микрострейн достаточны для мониторинга.

По результатам компьютерного расчета максимальные частоты разных форм колебаний для всех зданий составили: 1,38; 1,17; 1,25 и 1,67 Гц. Все они удовлетворяют условиям, согласно СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия») и не превышают предельное значение частоты собственных колебаний для разных ветровых районов. Для данных частот достаточно принять акселерометры с низким уровнем диапазона, от 0,1 до 40 Гц.

По одним инклинометрам информация не всегда может достоверной. Деформации зданий, перераспределение усилий и жесткости по высоте здания и в плане, величина наклона отдельных этажей не может свидетельствовать для всего здания в целом.

Отклонения от вертикали можно регистрировать в точках колонн под перекрытиями для предотвращения их крена (допустимые значения 1/500 Н). Предельные значения кренов должны быть установлены расчетами по не наступлению предельных состояний. Измерения должны проводиться по контуру перекрытий на этажах, находящихся в пределах через каждую 1/4 высоты здания, а также на ядре жесткости для контроля целостности перекрытий и их связи с ядром жесткости. Минимальное количество инклинометров необходимые для измерения крена здания расположенные через каждую 1/4 высоты здания составил 5 на каждой отметке. Расстановка производится по углам зданий и на ядре жесткости.

Для размещения измерителей частоты, амплитуды и ускорений движения элементов конструкций (акселерометров) с учетом затухания волны рекомендуются зоны, равномерно распределенные по высоте здания через каждую 1/4 его высоты. Минимальное количество акселерометров необходимые для измерения ускорения здания расположенные на 1/4 и 1/2 высоты здания составил по одному акселерометру, а для 3/4 и 1 составил по 3.

Максимальные усилия в колоннах возникают в пределах нижнего этажа, а максимальные напряжения в стенах, а также в ядре жесткости возникает в пределах нижнего этажа. В связи с этим, тензометры располагаем на первых этажах всех зданий. Минимальное количество тензометров для измерения деформаций составляет 12. Расстановка производится по углам зданий в количестве 8, а на ядре жесткости – 4.

Литература

1. Байков В.Н., Дроздов П.Ф. Железобетонные конструкции: Спец. курс. Учеб. пособие для вузов/В.Н. Байков, П.Ф. Дроздов, И.А. Трифонов и др.; под ред. В.Н. Байкова. — 3-е изд. перераб. — М.: Стройиздат, 1981. — 767. с.

2. Дроздов П.Ф. Конструирование и расчет несущих систем многоэтажных зданий и их элементов. Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1977. — 223 с.

3. Дроздов П. Ф., Додонов М. И. Проектирование и расчет многоэтажных гражданских зданий и их элементов: Учеб. пособие-для вузов/П. Ф. Дроздов, М. И. Додонов и др.; под ред. П. Ф. Дроздова. — М.: Стройиздат, 1986. — 351 с.

4. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. "Железобетонные конструкции. Общий курс." Учебник для вузов. -5-е изд., переаб. и доп.-М.: Стройиздат, 1991.-767 с.

5. Иванов М.Ю., Порфирьева Е.Н., Плотников А.Н. Методы предельного равновесия и главных напряжений для опертых по контуру плит перекрытий / Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы III Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 21-24 ноября 2017 г.): в 8 ч. Часть 5. Инновации в строительстве, природообустройстве и техносферной безопасности. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017. – с. 36 – 37.

6. Порфирьева Е.Н., Иванов М.Ю., Плотников А.Н. Методы предельного равновесия и главных напряжений для опертых по контуру перекрытий из конструкционного керамзитобетона перекрытий Строительство — формирование среды

жизнедеятельности: XXI Международная научная конференция. Сборник материалов семинара «Молодежные инновации» (г. Москва, 25–27 апреля 2018 г.) / М-во образования и науки Росс. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т.— Москва: Издательство МИСИ–МГСУ, 2018. – с. 276-282.

7. Плотников А.Н. Несущая способность железобетонных кессонных перекрытий с учетом пластических деформаций ребер / Современные проблемы расчета железобетонных конструкций, зданий и сооружений на аварийные воздействия. Сборник Международной научной конференции, посвященной 85-летию кафедры железобетонных и каменных конструкций и 100-летию со дня рождения Н.Н. Попова. Москва, 19-20 апреля 2016 г. Изд-во: Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т.). с. 348 – 353.

Ключевые слова: датчик, мониторинг, деформации, усилия, жесткость, перемещение, прогиб, частота, период, колебания, инклинометр, тензометр, акселерометр.

Keywords: sensor, monitoring, deformation, forces, rigidity, displacement, deflection, frequency, period, oscillations, inclinometer, strain gage, accelerometer.

Плотников Алексей Николаевич, декан строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; plotnikovAN2010@yandex.ru; +7 (8352) 62 45 96.

Иванов Михаил Юрьевич – аспирант 1 курса ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; mischa0315@mail.ru

Порфирьева Екатерина Николаевна – аспирант 1 курса ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; porfkate@gmail.com.

Plotnikov Alexey Nikolaevich — Dean of the Faculty of Civil Engineering, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 MoskovskiyProspekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation; plotnikovAN2010@yandex.ru; +7 (8352) 62 45 96.

Ivanov Mikhail Yuryevich - Postgraduate 1nd year, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 MoskovskiyProspekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation; mischa0315@mail.ru.

Porfiryeva Ekaterina Nikolaevna - Postgraduate 1nd year, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 MoskovskiyProspekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation; porfkate@gmail.com.

Для цитирования:

Плотников А.Н. Информативность систем мониторинга высотных зданий из принципа минимизации количества датчиков/ А.Н. Плотников, М.Ю. Иванов, Е.Н. Порфирьева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 267 - 277.

Citation:

Plotnikov A.N. Informativity of monitoring systems of high-rise buildings from the principle of minimizing the number of sensors/ A.N. Plotnikov, M.Ju. Ivanov, E.N. Porfiryeva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 267 - 277.

УДК 624.074:624.272:53.082.12:53.082.13

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ АВТОМАТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВЫСОТНЫХ, ЗАГЛУБЛЕННЫХ И БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, РАЗРАБОТАННЫЙ КАФЕДРОЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЧУВАШСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА

А.Н. Плотников, С.А. Левин *, А.Г. Лукин, А.Г. Николаева, В.А. Иванов, Е.Г. Гоник, Н.Н. Аринина, О.С. Яковлева, Е.Н. Порфирьева, М.Ю. Иванов
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»,г. Чебоксары, Россия
* ООО «СМИС-Эксперт», г. Москва, Россия

Аннотация

В статье дается анализ методики принятия решения по расстановке датчиков автоматического мониторинга зданий и сооружений на основе сведений об их напряженно-деформированном состоянии. Предметом рассмотрения является крен, прогибы пролетных конструкций, собственная частота колебаний здания или сооружения.

INTEGRATED AUTOMATIC MONITORING OF HIGH-RISE, UNDERGROUND AND LONG-SPAN STRUCTURES DEVELOPED BY THE DEPARTMENT OF CONSTRUCTION STRUCTURES OF THE CHUVASH STATE UNIVERSITY

Abstract

The article provides an analysis of the decision-making methodology for the placement of sensors for automatic monitoring of buildings and structures based on information about their stress-strain state. The subject of consideration is the roll, deflection of span structures, the natural frequency of oscillations of a building or structure.

Уникальные здания и сооружения разных типов имеют общие подходы к мониторингу в части необходимости измерения углов поворота, прогибов, поверхностных деформаций, собственной частоты колебаний. Для определения мест установки датчиков определяющим является анализ конструктивной и расчетной модели здания, напряженное состояние отдельных элементов здания.

В здании пассажирского терминала «Домодедово-2» были применены инклинометры, акселерометры и тензометры. Здание

состоит из блоков двух этапов строительства: блоки А1 и А2, блок В, блоки С и D, блок Е, блок F.

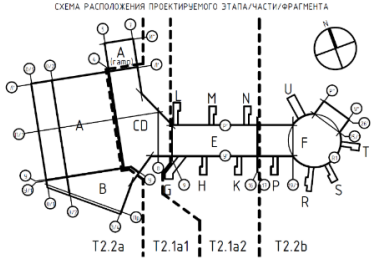


Рисунок 1. Компоновка блоков терминала

Блоки «А» имеет прямоугольную форму в плане с размерами 78х80м и 58х80м. Общая высота здания от уровня подошвы фундамента до отметки верха конструкций покрытия составляет 37,8 м. Конструктивная система принята комбинированной каркасно-стеновой из монолитного железобетона, она состоит из фундамента, колонн, стен и ядер жесткости (замкнутых стен лестнично-лифтовых узлов), а также плит перекрытий и покрытия.

Конструктивные решения покрытия представляет собой систему стропильных и подстропильных стальных ферм с прогонами, по которым уложен профнастил. Стропильные фермы раскосные с параллельными поясами из труб. Высота стропильных ферм 3,5 м, пролет – 40 м, ширина панели 5 м. На опорах нижний пояс ферм отклоняется вниз, образуя подкос. По расчетной модели соединения ферм смежных пролетов принято жесткое, ферм с колоннами – шарнирное (рис. 2).

Максимальные значения углов наклона здания ожидаются для верхних конструкций сооружения (ферм), около отметок +17,875. Проверка корректности получаемых инклинометрических данных достигается дублированием по высоте сооружения, около отм. -0,130.

Возможные неравномерные деформации фундаментной плиты регистрируются установленными на ее поверхности инклинометрами. При толщине плиты 1,4 м и шаге колонн 10 х 10 м (сечение 0,9 х 0,9 м) ее гибкость соответствует соотношению 9,1 / 1,4 = 6,5. Плита является достаточно жесткой. Прогибы плиты в этом случае значительно меньше ее толщины. Углы поворота плиты на опоре пренебрежительно малы. Это позволяет с помощью измерения углов поворота в зонах колонн оценить общий крен здания и разность осадок по соседним точкам на расстоянии шага колонн.

В силу малости регистрируемых на фундаментной плите углов наклона, вызываемых, как правило, неравномерностью осадок сооружения и его кренов, предусматривается установка инклинометров повышенной точности, дополняющих измерительную систему сооружения.

Выбор расположения акселерометров определяется конструктивной системой, на более массивной железобетонной части и в серединах пролетов металлических ферм.

Выбор расположения тензометров определяется ожидаемым распределением внутренних усилий: продольных и поперечных сил, изгибающих моментов, действующих в приопорной зоне колонн сооружения.

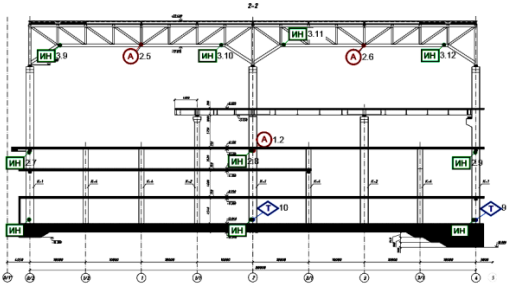


Рисунок 2. Разрез по блоку «А»

Другие блоки терминала представляют собой многоэтажные железобетонные каркасы, например, Е и F, частично со светопрозрачным металлическим покрытием (рис. 3).

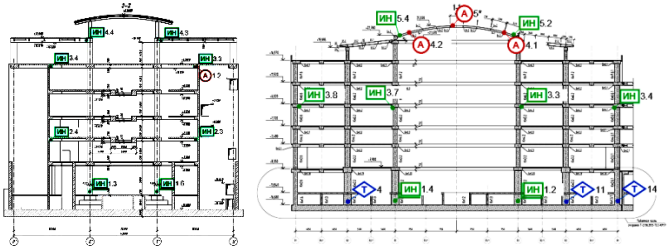


Рисунок 3. Разрезы по блокам «Е» и «F»

Аналогичный принцип анализа по соотношению деформаций основания здания и надфундаментных конструкций применялся и при организации мониторинга высотного здания по пр. Вернадского, стр. 10 в г. Москве (рис.4).

Высотная часть здания имеет габариты в плане 30,6х45 м, высоту 124,0 м, внутренний каркас, центральное монолитное железобетонное ядро жесткости, несущие металлические колонны, сборные и монолитные железобетонные перекрытия, навесные стеновые панели. Под башней расположена сплошная железобетонная фундаментная плита толщиной 2 м с консольными вылетами под лестничные клетки.

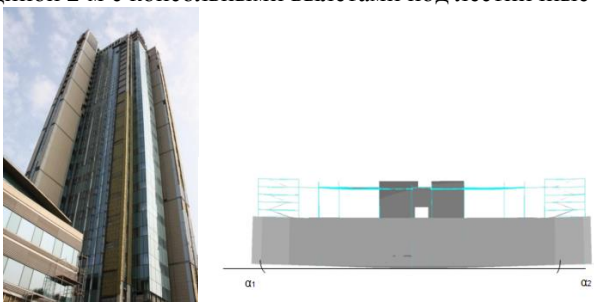


Рисунок 4. Общий вид высотного здания, деформации фундамента

Конструктивно здание выполнено на основе полного рамно-связевого каркаса с монолитным железобетонным ядром жесткости. Анализ деформаций фундаментной плиты от собственного веса здания свидетельствует о возникновении заметной кривизны вдоль буквенных осей, особенно крыльев плиты под лестничные клетки (рис. 4). Влияние временной полезной нагрузки также будет сказываться на кривизне в этом направлении. В предельном состоянии возможно возникновение напряжения текучести арматуры нижних слоев и сверхнормативного раскрытия трещин со стороны подошвы фундамента. Эти состояния возможно проконтролировать, измеряя углы поворота плиты в зоне крыльев, а также по цифровым осям в зоне лифтовых шахт.

По результатам компьютерного моделирования определено, что линия деформаций здания по вертикали имеет нелинейный характер, что соответствует общей теории расчета высотных зданий с каркасом связевого типа. Это хорошо согласуется с общей теорией связевых каркасов с ядром жесткости. При данном соотношении жесткости вертикальных и горизонтальных элементов каркаса характерные точки перелома находятся через ¼ высоты здания.

Кроме этого, имеет место поворот фундаментной плиты относительно горизонтальной плоскости, что обусловлено реальной жесткостью основания под фундаментом. В физически существующем здании такой величины отрыва фундамента от основания нет, т.к. одновременно действует собственный вес здания. Однако необходимо

учитывать одностороннее изменение угла поворота фундаментной плиты при действии ветровой нагрузки.

Углы поворота здания в точке установки инклинометров определялись по расчетной модели исходя из следующих сочетаний нагрузок:

Только ветровая нагрузка вдоль оси X – нормативная, расчетная;

Только ветровая нагрузка вдоль оси Y – нормативная, расчетная;

Ветровая вдоль оси X, временные нагрузки на перекрытия – нормативные, расчетные;

Ветровая вдоль оси Y, временные нагрузки на перекрытия – нормативные, расчетные;

Только временные нагрузки на перекрытия - нормативные, расчетные.

Динамические свойства конструкций получены моделированием в расчетной программе SCAD 21.

Собственная частота колебаний здания зависит от массы (нагрузки) здания и его изгибной и крутильной жесткости. В связи с этим возможно несколько расчетных ситуаций:

Полная расчетная нагрузка;Полная нормативная нагрузка;Постоянная расчетная нагрузка;Постоянная нормативная нагрузка.

Реальное распределение усилий, сопутствующее неравномерным деформациям вертикальных несущих элементов, отличается от расчетных моделей. Установка инклинометров в центре плана здания и по его углам позволяет оценить величину этого несоответствия [

Собственная частота здания может меняться исходя из классической формулы, где m – масса тела: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

При накоплении существенных дефектов происходит снижение жесткости здания как изгибной, так и крутильной. Из формулы следует при этом уменьшение частоты колебаний. Опасным явлением для здания будет ситуация с уменьшением собственной частоты колебаний ниже 0,68 Гц для первой формы колебаний, 0,5355 Гц для второй, ниже 0,119 Гц для третьей формы.

Увеличение частоты для 1, 2, 3 форм колебаний выше соответственно 0,952; 0,7497; 0,1666 Гц свидетельствует о значительном превышении ветровой нагрузки, определенной расчетной моделью, следует при этом сопоставить эти данные с показаниями анемометра.

Для ситуации полных нагрузок определены ускорения движения точек (вынужденных колебаний) в местах установки акселерометров.

По таким сооружениям, как газоотводящие трубы, общим с высотными зданиями является анализ крена и динамических воздействий. Отличие - в большей опасности отклонений от вертикальной оси и более радикальное увеличение напряжений в сечениях элементов при этом.

Необходимо отслеживать дефекты, относящиеся к категории «А», к которым относится снижение прочности стенки ствола (отдельных элементов) до значений близких к предельному состоянию, крен дымовой трубы выше допуска. Опасны также дефекты категории «Б» - сквозные разрушения стенки газоотводящего ствола, дефект сварного шва, разрушение сварного шва, локальная сплошная или точечная коррозия на внутренней поверхности стенки ствола, повышенная коррозия в опорной части ствола, в зоне фланцевых соединений.

Система мониторинга была разработана для дымовой трубы высотой 160 м здания электрофильтра вращающихся печей № 3, 4, 5 ООО «Красноярский цемент» (рис. 5). Сооружение классифицируется как стальная самонесущая дымовая труба. В нижней части диаметр трубы 11 м, в верхней 5 м по наружной поверхности оболочки. При реконструкции существующей трубы сохраняется фундамент, который усиливается новым свайным фундаментом.

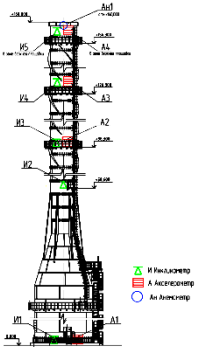


Рисунок 5. Общий вид трубы

Для проведения мониторинга дымовой трубы использовать инклинометры ИН-Д3 (3600”), акселерометры СД-1Э, анемометр. Инклинометры устанавливаются ствол трубы для предотвращения его крена и чрезмерного изгиба. Оси датчиков ориентированы по буквенным и цифровым осям объекта. Из общей теории расчета высотных зданий и компьютерной расчетной модели вытекает, что датчики целесообразно установить равномерно, охватывая всю высоту сооружения.

При создании СМИК заглубленных зданий используются в основном те же принципы, что и для расположенных над землей.

При построении концепции автоматизированного мониторинга несущих конструкций объекта «Создание парковой зоны на территории «Зарядье»за основу принят сопоставительный интегрированный контроль углов поворота нескольких точек конструктивно независимых блоков фундаментной

плиты, поверхностных деформаций бетона колонн и отдельных зон перекрытий, а также параметров амплитудно-частотного спектра вибраций, вызванных динамическими воздействиями от людей, транспорта, а также возможных сейсмических колебаний. Общее состояние несущих конструкций оценивается по сопоставлению всех названных параметров.

Здание представляет собой заглубленное сооружение и состоит из 6 температурно-усадочных блоков (рис. 6).

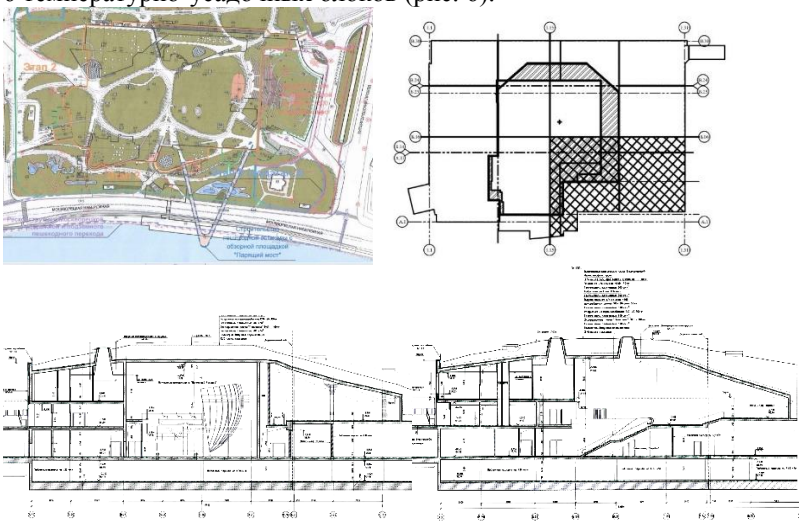


Рисунок 6. Заглубленное здание «Зарядье»

Объект состоит из нескольких зданий (блоков). Комплекс заглублен относительно отметки земли от 12 до 20 м. Основная сетка разбивочных осей имеет длину 226 м и ширину 160,35 м. В поперечном направлении шаг осей имеет различную длину 2700 мм, 3000 мм, 4500 мм, 6000 мм, 7000 мм и 8000 мм. В продольном направлении: 8500 мм, 9000 мм и10000 мм. Конструкция комплекса образована монолитной фундаментной плитой, стенами и колоннами, перекрытиями балочными и безбалочными.

Для определения параметров использовалась расчетная модель, разработанная ОАО «МАХПИ им. Академика Полянского», она состояла из отдельных блоков: Паркинг Юго-Восток; Ресторан «Чайный дом»; Паркинг Северо-Восток. Заповедное посольство. Ледяная пещера; Паркинг. Северо-Запад. Медиацентр. Ледяная пещера; Паркинг. Юго-Запад. Вкус России; Стальное покрытие Медиацентра.

Был создан паспорт мониторинга, основным компонентом которого является матрица граничных значений интегральных характеристик, соответствующих нарушению нормальной эксплуатации и предаварийному изменению состояния несущих конструкций для каждого из определенных воздействий и нагрузок на строительные конструкции. В матрице мониторинга приводятся граничные числовые параметры, позволяющие автоматической станции мониторинга проводить анализ различных измеренных параметров строительных конструкций (динамических, деформационных) и сравнение с их предельными допустимыми значениями.

Инклинометры устанавливаются на колонны и стены преимущественно в угловых зонах температурно-усадочных блоков для измерения деформаций от возможных неравномерных осадок и силовых воздействий. Предельные значения углов поворота на опорах установлены расчетами по не наступлению предельных состояний. В комплексе все инклинометры могут регистрировать неравномерные деформации фундаментных плит.

На объекте применены инклинометры марки ИН-Д3ц (диапазон 7200”). Диапазон подбирался исходя из предельно допустимого отклонения их верха 1/500 от высоты (по СП 20.13330) и неравномерных осадок фундаментных плит (по СП 22.13330) с учетом деформаций по расчетным моделям.

Для размещения измерителей частоты элементов конструкций (акселерометров) приняты верхние части здания. Установлены трехкомпонентные акселерометры СД-1Э, диапазон частот 0,1 - 40 Гц.

Оперативный контроль состояния производится по собственной частоте колебаний и ускорению от фоновых воздействий, определенных при нормальной эксплуатации объекта во всем контролируемом частотном диапазоне, включая более высокие частоты.

Для контроля усилий в железобетонных пилонах, перекрытия и металлических элементах ферм применены тензометры ZetLab 7110 DS.

По пилонам (колоннам), стенам, перекрытиям, металлическим поясам ферм контролируются деформации элементов. Проверка несущей способности проводится по нормальным напряжениям, возникающих в нормальных сечениях элементов от расчетной нагрузки.

Относительная деформация через усилие определится как

$\varepsilon = \frac{N}{AE}$, в единицах «микрострейн» $\aleph_\varepsilon = \frac{N}{AE10^{-6}}$.

Динамические параметры определены для здания в целом. Для двух акселерометров диапазон определен как 0,1 – 0,12 Гц, для одного 0,2 – 0,23 Гц. Т.е., в основном собственная частота колебаний данного здания зависит от собственного веса.

При накоплении существенных дефектов должно происходить снижение жесткости здания как изгибной, так и крутильной. Из формулы следует при этом уменьшение частоты колебаний.

Другим заглубленным объектом являлось здание Павильона атомной энергии на территории АО «ВДНХ» в г. Москва. Здание заглублено в грунт на величину 16 м и имеет металлическую консоль пролетом 47 м (рис. 7). Наружные габариты надземной части здания - 75х75 м.

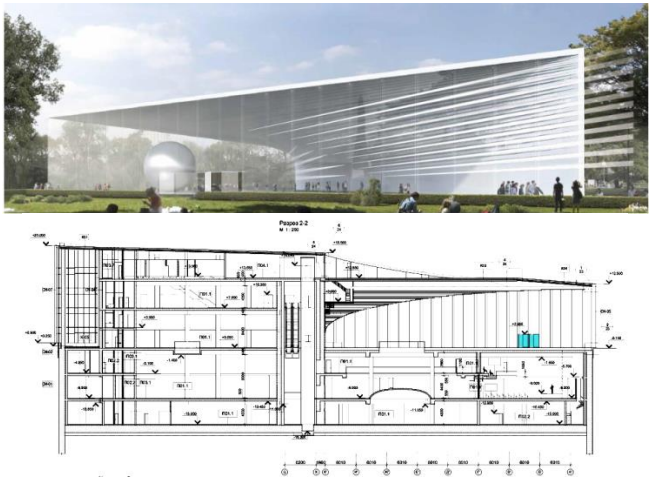


Рисунок 7. Общий вид и разрез павильона «Росатом»

Конструктивная система здания – рамно-связевая в виде ядра жесткости, несущих стен, колонн и перекрытий. Устойчивость и геометрическая неизменяемость здания обеспечивается совместной работой монолитных железобетонных фундаментов, стен и колонн. Фундаменты приняты плитные толщиной 1500 мм, подошва плиты находится на отм. -16,650. Глубина сжимаемой толщи составляет 10 м. Среднее давление под подошвой фундамента составляет 170 кН/м^2.

На объекте применены колонны диаметрами 800 мм и 920 мм, прямоугольные 900х900 мм и 900х1500мм (со стальным прямоугольным коробчатым сердечником 700х1200). Стены толщиной

от 300 мм до 800 мм. Перекрытия в основном балочные, общие высоты балок составляют 1250 мм (ширина 800 мм до 920мм). Толщина перекрытий составляет от 300 до 400мм. Часть кровли здания опирается на 12 консольных ферм переменной высоты (от 9-ти до 1.45 метров) и переменной длины (максимальный вылет фермы составляет 47 м). Для минимизации влияния заглубленного сооружения на окружающую застройку и коммуникации применяется способ возведения «стена в грунте» в модификации «Технология «Top-Down» (строительство сверху вниз).

Мониторингом может быть установлено, что пиковые значения горизонтальных напряжений в момент «крена» по данным, приведенным в [4, 5] превышают расчетные значения в 2,3...2,5 раза. Это может вызывать появление микротрещин в бетоне конструкции, что неизбежно повлечет нарушение гидроизоляции сооружения.

Для описанной системы определены критически важные точки - строительные конструкции и их узлы, инженерные и другие системы, выход из строя которых может привести к развитию чрезвычайных ситуаций.

На данном объекте применены датчики давления, расположенные под фундаментной плитой. Схема их расстановки позволяет определить локальное превышение давления под подошвой плиты, выявить крен заглубленной части, компенсировать отсутствие информации по давлению грунта на стены, на которые установить датчики пока не представляется возможным в связи с особенностями технологии и необходимостью длительной консолидации грунта. Под подошвой устанавливается 16 датчиков.

Для контроля положения здания на нескольких ярусах по углам и по центральной диагонали установлено 14 инклинометров, 3 инклинометра – на краях консольных металлических ферм, где угол поворота наибольший. На диагональной стене под узлами опирания ферм установлены тензометры, 9 тензометров установлено в нижних зонах колонн, 10 тензометров на элементах металлических ферм ближе к защемлению ферм в стенах, где усилия максимальны. В основном массиве здания установлено 3 акселерометра – около фундаментной плиты, на уровне земли, на верхнем этаже для выявления причины возбуждения колебаний (сейсмика, транспорт, ветер). 6 акселерометров размещены на краях металлических ферм, где формы колебаний имеют более высокие частоты.

Одной из задач мониторинга на этом объекте является контроль воздействия концов консольных ферм на нижерасположенную стеклянную стену здания.

Значительно отличающиеся от рассмотренных объектов конструкции и нагрузки имеют автодорожные мосты. Имея ранее опыт в обследованиях, испытаниях мостов, кафедра выполнила проект мониторинга автодорожного моста через реку Кама у г. Камбарка (участок автодороги Ижевск-Сарапул-Камбарка). Сооружение металлического моста состоит из 9 пролетов по формуле: 84+105+3х126+2х150,5+126+84 (м). Общая длина 1095 м. Габарит моста Г-11,5+2х1,0м (рис. 8).

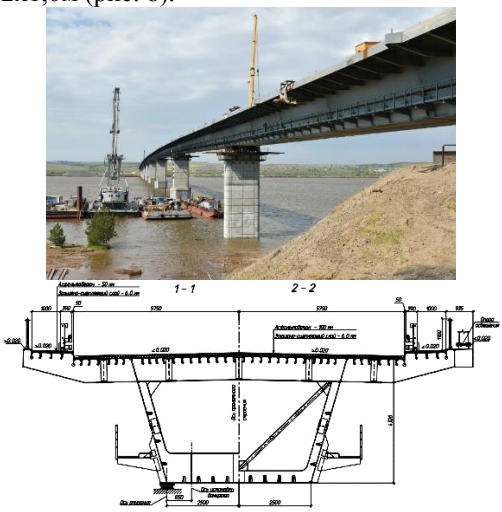


Рисунок 8. Общий вид и разрез пролетного строения моста

Пролетное строение представляет собой неразрезную коробчатую стальную балку, в поперечном сечении состоящую из двух наклонных двутавровых главных балок объединенных между собой в уровне верхних и нижних поясов ортотропной плитой. Для обеспечения геометрической неизменяемости при сборке коробки на монтаже, предусмотрена установка поперечных связей. Устои моста из монолитного бетона рамной конструкции на свайном фундаменте, обсыпные. Свайные основания устоев из буронабивных свай диаметром 1,2 метра с уширением до 2,41 метра. Количество свай – 15. Сваи объединены монолитным железобетонным ростверком.

Многопролетная балка при наступлении первого предельного состояния в одном из сечений, испытывает перераспределение усилий в соседних пролетах. К данным, получаемым прямым измерением - напряжениям и деформациям при пластической работе материала

добавляются косвенные параметры, функционально связанные с искомой величиной – резким увеличением деформаций на поверхности в соседних пролетах при одной большой нагрузке в одном пролете и малонагруженных других. В случае пластической работы материала в смежных пролетах происходит перегрузка общей равномерно распределённой нагрузкой. Программой мониторинга была предусмотрена процедура сопоставления измерений в нескольких элементах.

Поверхностные деформации эффективно измеряются с помощью электрических тензометров, в частности, тензодатчиков (резисторов), наклеиваемых на поверхность. Проводимые экспериментальные исследования коробчатых мостов с помощью тензодатчиков свидетельствуют о неравномерном распределении напряжений в тонкостенных элементах короба. Это происходит вследствие неполного включения в работу верхнего сжатого листа. Условия эксплуатации моста диктуют установку тензодатчиков только с внутренней стороны листов короба для изоляции от внешних воздействий. Тензодатчики устанавливаются в середине и в четвертях пролетов нижних и верхних листов в зонах наибольших главных нормальных напряжений.

Напряженное состояние продольных балок, особенно, верхнего пояса, наиболее интенсивно. Для контроля напряжений от изгибающего момента в плоскости пролета более целесообразно измерять продольные поверхностные деформации балок, более четко выраженные и проявляющиеся с минимальных значений нагрузки.

Максимальные значения для стали 15ХСНД – 350 МПа (расчетное сопротивление). Предельные относительные деформации при этом не должны превышать 0,0016. На базе 10 мм это 0,016 м.

Мосты строятся во многих странах мира, пролеты имеют тенденции к увеличению, они подвержены старению, необходимо больше информации для их обслуживания [9].

Поскольку мосты и их модальные частоты значительно зависят от ветра, факторов окружающей среды, условий движения, стратегия эксплуатации должна включать анализ интеллектуальных данных для количественной оценки эффекта от каждого внешнего компонента, чтобы понять дальнейшее поведения моста.

Основной упор в мировой практике делается на анализ спектра колебаний [10]. Однако интегральный мониторинг дает значительно больше информации.

Была разработана расчетная модель, реализованная в программе «Лира-САПР», фрагмент модели в зоне опоры представлен на рис. 9.

Углы поворота в точке установки инклинометров определялись по расчетной модели исходя из следующих сочетаний нагрузок:

Только ветровая нагрузка вдоль оси Y (знакопеременная) – нормативная, расчетная;

Только автомобильная нагрузка (по вариантам) максимальные углы поворота - нормативная, расчетная.

Температура. Перепад температуры при нагреве боковой стенки (восток) от солнца.

Автомобильная нагрузка (по вариантам), максимальные углы поворота + ветровая по оси Y – нормативная, расчетная + температура.

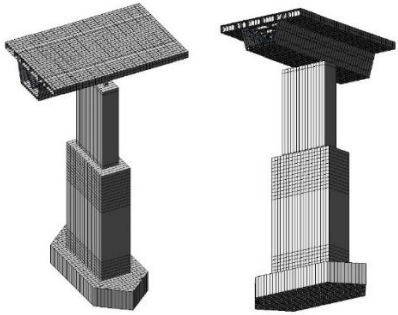


Рисунок 9. Фрагменты расчетной модели моста в зоне опор

Расстановка датчиков в пролете и на опоре моста представлена на рис. 10.

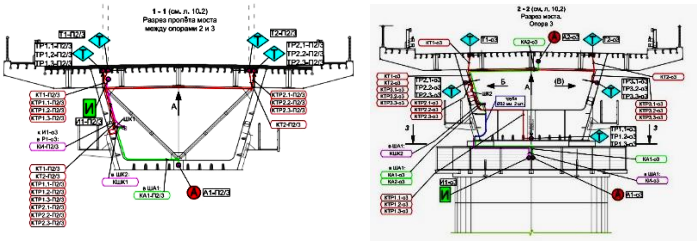


Рисунок 10. Размещение датчиков в пролете и на опоре моста

Базовая частота собственных колебаний (по расчету) составила по первой форме 2,66 – 3,11 Гц; по второй 0,87 – 1,02 Гц; по третьей форме 0,71 – 0,83 Гц. Опасным явлением для моста будет ситуация с уменьшением частоты колебаний ниже 2,66 Гц для первой формы колебаний, 0,87 Гц для второй, ниже 0,71 Гц для третьей формы.

Увеличение частоты для 1, 2, 3 форм колебаний выше соответственно 3,11; 1,02; 0,83 Гц будут свидетельствовать о значительном превышении ветровой нагрузки или автомобильной скоростной нагрузки, чем определенной расчетной моделью.

Интегральный метод мониторинга при его автоматизации имеет общие подходы для различных зданий и сооружений, отличия проявляются в характере напряженно-деформированного состояния. В любом случае необходим анализ параметров: угловых деформаций, собственной частоты колебаний, поверхностных деформаций несущих конструкций, давления под подошвой фундамента.

Литература

1. Методика мониторинга состояния несущих конструкций зданий и сооружений. Общие положения, М., МЧС России (аттестована Правительственной комиссией по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности. Протокол от 18.03.2009г. №3).

2. РД 153-34.1-21.523-99 Инструкция по эксплуатации железобетонных и кирпичных дымовых труб и газоходов на тепловых электростанциях. – М.: АО «Фирма ОРГРЭС», ЗАО «Союзтеплострой». 2000.

3. Развитие металлических конструкций. Работа школы Н.С. Стрелецкого: научное издание / В. В. Кузнецов, Е. И. Беленя, Н. Н. Стрелецкий; Под ред. В. В. Кузнецова; ЦНИИпроектстальконструкция. - М.: Стройиздат, 1987. - 573 с.

4. Глушков Г.И. Расчет сооружений, заглубленных в грунт. М.: Стройиздат. – 1977. 295 с.

5. Подземные сооружения, возводимые способом «стена в грунте». Под. ред. В.М. Зубкова. Л.:Стройиздат. – 1977. 200 с.

6. Гурьев, В.В. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений Электронный ресурс. / В.В. Гурьев, В.М. Дорофеев // Стройпрофиль — М., 2005. — № 4. Режим доступа: http://www.stroinauka.ru/ /detailview

7. Ильясевич С.А. Металлические коробчатые мосты. - М.: Транспорт, 1970. – 280 с.

8. Потапкин А.А. Проектирование стальных мостов с учетом пластических деформаций. – М.: Транспорт, 1984. – 200 с.

9. ИвановаН.В., НиколаеваА.Г. Влияние процента армирования на НДС элементов рамных каркасов многоэтажных зданий при расчете с учетом возведения / Современные вопросы механики сплошных сред 2017. Сборник статей по материалам конференции (круглого стола) с

международным участием.Чебоксары: Изд-во:Чувашскогоуниверситета. 2017. – С. 38 – 42.

10. XiaolinMeng, DinhTungNguyen, YilinXie, JohnS. Owen ,PanagiotisPsimoulis , SeanInce , QusenChen, JunYe , PaulBhatia. Design and Implementation of a New System for Large Bridge Monitoring—GeoSHM / Sensors 2018, 18, 775 www.mdpi.com/journal/sensors

11. Zengshun Chen, Xiao Zhou, Xu Wang, Lili Dong, Yuanhao Qian. Deployment of a Smart Structural Health Monitoring System for Long-Span Arch Bridges: A Review and a Case Study / Sensors 2017, 17, 2151 www.mdpi.com/journal/sensors

12. Belostotsky A.M., Akimov P.A., Negrozov O.A., Petryashev N.O., Petryashev S.O., Sherbina S.V., Kalichava D.K., Kaytukov T.B. Adaptive finite-element models in structural health monitoring systems. MagazineofCivilEngineering. 2018. No. 2. Pp. 169–178. doi: 10.18720/MCE.78.14.

Ключевыеслова: мониторинг, датчики, деформации, частота, большепролетныездания, заглубленные здания, мосты.

Keywords: monitoring, sensors, deformations, frequency, long-span buildings,underground buildings, bridges.

Плотников Алексей Николаевич, декан строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашскийгосударственный университет имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары,428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15;plotnikovAN2010@yandex.ru; +7 (8352) 62 45 96.

Левин Сергей Андреевич, директор ООО «СМИС-Эксперт», 115230, г. Москва, Каширское шоссе, 12; smisexpert@bk.ru.

ФГБОУ ВО «ЧГУ им . И.Н. Ульянова»:

Лукин Александр Геннадьевич, доцент кафедры строительных конструкций;

Николаева Анастасия Георгиевна, старший преподаватель кафедры строительных конструкций;

ИвановВиктор Анатольевич, старший преподаватель кафедры строительных конструкций;

Гоник Екатерина Григорьевна,старший преподаватель кафедры строительных конструкций;

Аринина Надежда Николаевна, старший преподаватель кафедры строительных конструкций;

Яковлева Ольга Станиславовна, старший преподаватель кафедры строительных конструкций;

Порфирьева Екатерина Николаевна, ассистент кафедры строительных конструкций, аспирант;
Иванов Михаил Юрьевич, ассистент кафедры строительных конструкций, аспирант.

Plotnikov Alexey Nikolaevich,Dean of the Faculty of Civil Engineering, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov(ChuvSU), 15 MoskovskiyProspekt, Cheboksary, 428015, RussianFederation; plotnikovAN2010@yandex.ru; +7 (8352) 62 45 96.
Levin Sergey Andreevich, Director of "SMIS-Expert" LLC, 12, Kashirskoye, Moscow, 115230,RussianFederation; smisexpert@bk.ru
Chuvash State University named after I.N. Ulyanov(ChuvSU):
Lukin Alexander Gennadievich., Associate Professor of the Department of Building Constructions;
Nikolaeva Anastasia Georgievna, Senior Lecturer, Department of Building Structures;
IvanovViktor Anatolievich,Senior Lecturer, Department of Building Constructions;
ArininaNadezhda Nikolaevna. Senior Lecturer, Department of Building Constructions;
Yakovleva OlgaStanislavovna, Senior Lecturer, Department of Building Structures;
Porfiryeva Ekaterina Nikolaevna– Postgraduate;
Ivanov Mikhail Yuryevich - Postgraduate.

Для цитирования:
Плотников А.Н. Интегральный автоматический мониторинг высотных, заглубленных и большепролетных сооружений, разработанный кафедрой строительных конструкций чувашского госуниверситета/ А.Н. Плотников, С.А. Левин, А.Г. Лукин, А.Г. Николаева, В.А. Иванов, Е.Г. Гоник, Н.Н. Аринина, О.С. Яковлева, Е.Н. Порфирьева, М.Ю. Иванов // Новое вархитектуре, проектировании строительных конструкций иреконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской)конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018.– С. 278 - 294.

Citation:
Plotnikov A.N. Integrated automatic monitoring of high-rise, undergroundand long-span structures developed by the department of construction structures of the Chuvash State University/A.N. Plotnikov, S.A. Levin, A.G. Lukin, A.G. Nikolaeva, B.A. Ivanov, N.N. Arinina, O.S.

Yakovleva, E.N. Porfiryeva, M.Ju. Ivanov// New in architecture, design constructionand renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia)Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary,2018. – P. 278 - 294.

УДК 624.074: 53.082.12:53.082.13

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА НА ОБЪЕКТЕ «БОЛЬШАЯ СПОРТИВНАЯ АРЕНА «ЛУЖНИКИ»

А.Н. Плотников, С.А. Левин *, А.Г. Николаева, В.А. Иванов, Н.В. Иванова, Б.В. Михайлов, Н.Н. Аринина, О.С. Яковлева
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»,г. Чебоксары, Россия
* ООО «СМИС-Эксперт», г. Москва, Россия

Аннотация

В статье рассматривается вопрос организации мониторинга БСА «Лужники». На объекте реализован автоматический сбор информации с датчиков. Представлены данные на период отладки системы мониторинга по инклинометрам, акселерометрам, тензометрам, призмам для тахеометра, метеостанции.

REALIZATION OF INTEGRATED MONITORING AT THE OBJECT "A GREAT SPORTS ARENA"LUZHNIKI"

Abstract

The article discusses the organization of monitoring the BSA "Luzhniki". The facility implemented automatic collection of information from sensors. The data for the period of debugging of the monitoring system by inclinometers, accelerometers, strain gauges, prisms for the total station, meteorological station are presented.

Особенностями объекта являются его размеры – стадион рассчитан на 81 тыс. зрителей и эксплуатация после реконструкции, в результате которой были сохранены наружные кирпичные стены 1950-х гг. и металлическое покрытие над трибунами 1990-х гг. К Чемпионату Мира по футболу 2018 г. Были заменены конструкции железобетонных трибун, решены их связь с существующими стенами, удлинено металлическое покрытие.

Конструктивная схема трибун представляет собой рамно-связевой железобетонный каркас. Сетка колонн каркаса в основном нерегулярная. Шаг колонн изменяется от 8,5 м до 13 м. В плане сооружение имеет форму овала с максимальными размерами 247 х 308 м, высотой 57 м. В плане стальная оболочка имеет форму овального кольца, накрывающего трибунное пространство.

Ри

Рисунок 1. Общий вид и разрез здания БСА «Лужники»

Геотехническая особенность по данным [1], [3] реконструкции объекта являлись: залегание в основании переуплотненных юрских глинистых отложений, характеризуемых высоким давлением исторического уплотнения, им свойственна очень низкая фильтрация и ползучесть, а значит, деформации в них могут быть растянуты во времени на весь срок эксплуатации объекта; новые трибуны стадиона возводятся на месте старых, на отдельных участках (в зоне подошвы фундаментов старых трибун) грунты находятся в уплотненном состоянии (техногенное уплотнение); использование техногенные (насыпных) грунтов.

Покрытие представляет собой пространственную систему из стальной стержневой конструкции. Оно состоит из внутреннего и наружного контуров и системы радиально-кольцевых ребер. Наружный опорный контур по периметру опирается на колонны. Основный шаг колонн составляет 12,5 м, кроме одной зоны, где он достигает величины 18,6 м. Колонны – из стального профиля, сварные, коробчатого сечения. В радиальном направлении они запроектированы в виде качающихся стоек. Для этого их соединения с фундаментом и с наружным контуром покрытия выполнены в виде цилиндрических шарниров. Это позволило избежать появления изгибающих моментов от температурных воздействий в радиальном направлении плана покрытия.

Рисунок 2. Общий вид конструкции покрытия

Сложное в конструктивном отношении и значительное по объему сооружение контролируется интегральным методом, заключающемся в сопоставительном анализе: угловых деформаций, перемещений в пространстве, поверхностных деформаций, собственной частоты колебаний конструкции с учетом климатических воздействий.

Имея опыт мониторинга уникальных сооружений, авторы статьи [6,7] разработали паспорт мониторинга для автоматизированной станции на основе трех математических моделей, созданных ООО «Метрополис» в 2014 г., АО «НИЦ «Строительство» (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко), ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова». Теме разработки адекватных конечно-элементных моделей посвящена, в частности, работа [5].

Датчики были установлены распределено по всей площади сооружения и позволяли регистрировать отклонения наружных колонн – опор для покрытия, пространственного каркаса трибун от вертикали, собственную частоту колебаний конструкций стального покрытия, нарушение геометрии внутреннего опорного кольца покрытия, потерю устойчивости элементов решетки опорного кольца, неравномерные осадки конструкций трибун. Принцип равномерной установки датчиков описывается, в частности, в [4,8]

Инклинометры установлены на колонны железобетонных конструкций трибун в зоне отметки 0.000 для предотвращения их крена. Предельные значения кренов установлены расчетами по не наступлению предельных состояний. На данной отметке инклинометры расположены группами в пределах трибун. Для применения на объекте применены инклинометры марки «MEMS Tiltmeter 57803199» двухкоординатные.

Инклинометры были установлены также на существующие колонны, предназначенные для опирания покрытия. Они устанавливались через одну колонну на двух отметках +9.150 и +21.000. На двух отметках одной колонны кроме отклонения от вертикали контролируется потеря устойчивости как для гибкого элемента.

Инклинометры были установлены по периметру внутреннего опорного кольца покрытия на нижнем поясе с шагом через 3 – 4 полуарки. Они предназначены для контроля выхода кольца из плоскости.

Для размещения измерителей частоты элементов конструкций (акселерометров) с учетом затухания волны приняты следующие зоны: равномерно по площади покрытия, по длине четырех полуарок, расположенных по главным ортогональным и диагональным осям сооружения - по концам и в середине пролетов. Принят трехкомпонентный акселерометр SDA-1 с полосой частот 0,1 - 120 Гц. Рабочий диапазон частот: 0,2 – 1 Гц. Оперативный контроль состояния производится по собственной частоте колебаний и ускорению от фоновых воздействий, определенных при нормальной эксплуатации объекта во всем контролируемом частотном диапазоне, включая более высокие частоты.

Тензометры приняты марки GeokonInc. Model 4000 струнного типа и были установлены на смежные раскосы внутреннего опорного кольца через 3 – 4 шага полуарок покрытия. Они предназначены для измерения поверхностных деформаций раскосов, выполненных из двутавров. В раскосах кольца возможно развитие усилий до 3351 кН с эксцентриситетом до 0,1 м. Значения предельных напряжений установлены по расчетному сопротивлению 370 МПа. Предельные относительные деформации при этом не должны превышать 0,0018. На базе 150 мм это 0,278 м.

Измерение деформаций внутреннего опорного кольца и конструкций трибун в пространстве производится автоматизированными тахеометрами LeicaGeosystems AG TM 50 (0.5”) с системой отражателей (призм), расположенными по периметру внутреннего опорного кольца равномерно в верхних точках по новой консоли (отм. +57.395) и по нижнему поясу опорного кольца (отм. +43.000). Принцип геотехнического мониторинга широко распространён, автоматизированный применяется, в основном, на транспорте [9,10,11].

Для сопоставления показаний датчиков по деформациям (линейным и угловым), частотам и ускорениям колебаний с внешними

климатическими воздействиями (температурой, скоростью ветра) на кровле установлена компактная метеостанция GillInstrumentsLimited: MetPak RG/WindMasterPro.

Конструкции трибун отделены друг от друга деформационными швами, они делятся на отсеки. Инклинометры показывают крен в области фундаментных плит, отдельно по отсекам. Ширина осадочных швов 50 мм. Крен устанавливается по временной нагрузке. Постоянная нагрузка принята как действующая до установки инклинометров.

На рис. 3 показана схема установки инклинометров в зоне фундаментной плиты одного отсека и линии прогибов в ее сечениях от временной нагрузки. По касательным к этим линиям определены углы поворота точек для задания диапазона работы инклинометров. Всего трибуны разделены на 12 отсеков.

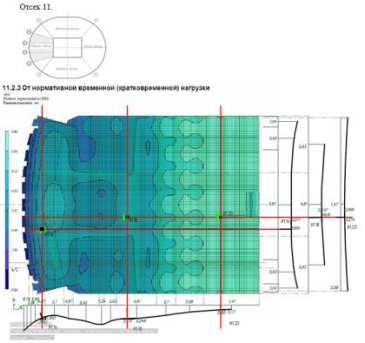


Рисунок. 3. Изополя и линии деформаций блока фундаментной плиты

По данным записи показаний инклинометров в период с 01.01.2018. по 01.06.2018. крены фундаментных плит находятся в пределах, установленных расчетом, не превышают значения «желтых» линий (по нормативной нагрузке). Поворот отдельных участков плит происходил во время загрузки трибун, но упругие свойства грунта сохраняются, угол наклона в течение нескольких месяцев приходит к первоначальным значениям. Часть разверток данных по главным осям здания представлена на рис. 4.

В целом эти данные подтверждают значения расчетной модели, трактующей фундамент как гибкую плиту с неравномерной по площади нагрузкой.

Одной из особенностей объекта является установка покрытия на внешние качающиеся опоры – металлические стойки с шарнирным опиранием на фундаменты. Инклинометры установлены на верхней

отметке + 21.000 и на промежуточной + 9.150. Данные кренов стоек по главным осям здания приведены на рис. 5.

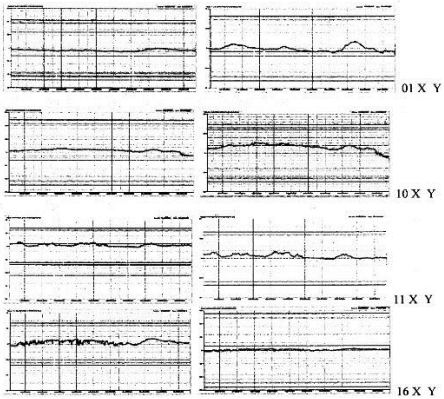


Рисунок 4. Диаграммы углов поворота фундаментов по крайним точкам главных осей

Анализ разверток деформаций во времени свидетельствует о крене, не выходящем за расчетный по верхним отметкам стоек и о сохранении упругой работы материала по промежуточной отметке + 9.150. В то же время отмечается практически синхронное движение точек стоек на отметках +21.000 и +9.150 по сезонам года. В зимний период времени по инклинометрам зафиксирован поворот положительный, в летний - отрицательный, что в целом свидетельствует, по предварительным выводам, о повороте точек в плане здания зимой по часовой стрелке, летом – против.

На рис. 6 представлены результаты углов поворота точек внутреннего опорного кольца (эллипса), лежащих на главных ортогональных осях здания. Значения не выходят за пределы, установленные расчетной моделью по нормативным и расчетным нагрузкам. Отмечается сезонный поворот точек в пространстве, вызванный малым радиусом кривизны опорного кольца по большой оси эллипса.

При разработке проекта мониторинга особое внимание уделялось состоянию внутреннего опорного кольца, образующего большой разрыв оболочки положительной кривизны. Конструкция кольца представляет собой пространственную замкнутую металлическую ферму с перекрёстными раскосами в два ряда. Для контроля его положения был организован геодезический мониторинг двумя автоматическими тахеометрами, установленными напротив друг друга.

Сканирование координат ведется по закрепленным на верхней и нижней кромках ферм призмам (рис. 7).

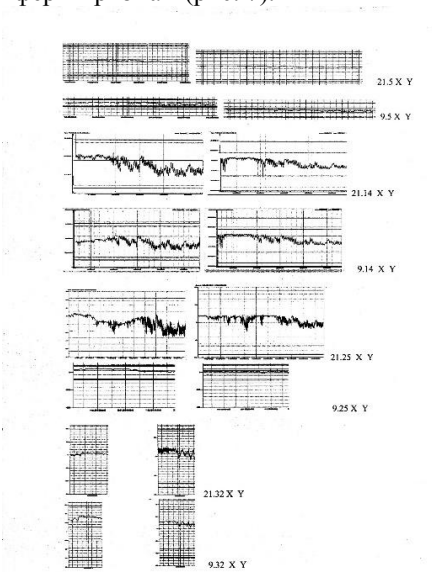


Рисунок 5. Диаграммы углов поворота стоек на отметках 9.150. и 21.000 по главным осям здания

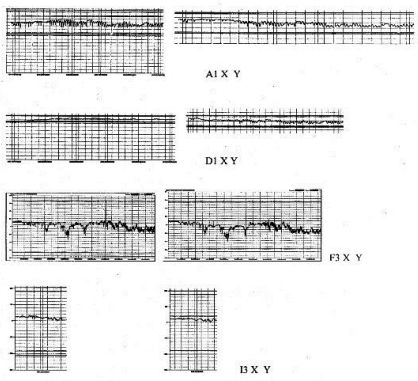


Рисунок 6. Диаграммы углов поворота узлов внутреннего кольца по главным осям

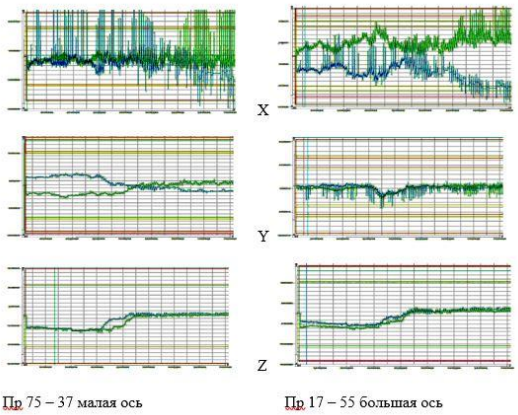


Рисунок 7. Диаграммы деформаций внутреннего кольца в пространстве по главным осям

Напряженное состояние пространственной фермы контролируется тензометрами, установленными на большие раскосы, представляющие собой двутавры (рис. 8). Тензометры установлены на восходящий и нисходящий раскосы с двух сторон стенок двутавров для исключения влияния случайных эксцентриситетов.

В основном, тензометры работают синхронно, значения деформаций близки нулевым (рис. 9). Увеличение деформаций, а, следовательно, усилий отмечается в период марта - апреля 2018 г. В связи с увеличением снеговой нагрузки и температурных воздействий (в меньшей степени). При этом усилия не превышают допустимых при нормативных и расчетных нагрузках.

Рисунок 8. Размещение тензометров на раскосах внутреннего кольца

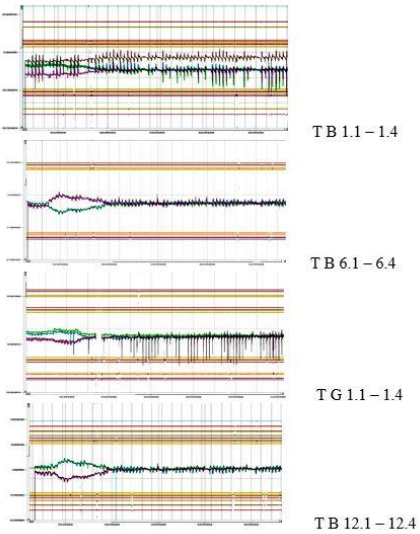


Рисунок 9. Диаграммы деформаций раскосов по главным осям здания

Акселерометры, установленные на металлических конструкциях покрытия, по стабильной частоте колебаний, в период отсутствия явных динамических нагрузок, показали значение 1,3 Гц, не более 5 Гц по первой форме колебаний в зоне внешнего опорного кольца. По внутреннему кольцу значения частот уменьшаются, происходит демпфирование, следовательно, можно отметить, что жесткость внутреннего кольца больше, чем внешнего (рис. 10). При известной массе этого кольца, при условии, что она не будет увеличиваться, низкие частоты, близкие нулю будут свидетельствовать о исправности несущей конструкции.

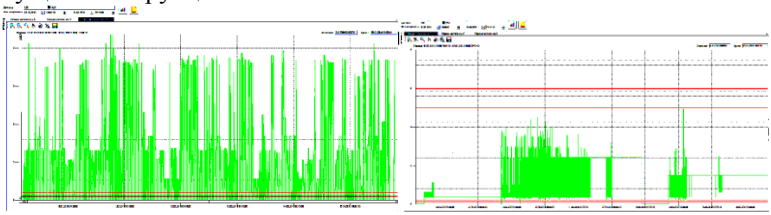


Рисунок 10. Акселерограммы на краю внутреннего кольца

На объекте с помощью метеостанции записывались: скорость ветра, его направление, температура воздуха (рис. 11). Средняя

скорость ветра за описываемы период составила 4 м/с, при редких пиковых значениях январе и апреле 11 м/с, в начале февраля 20 м/с. Средняя температура в зимний период наблюдений составила -5^{0}С, минимальная -18^{0}С, в весенний период средняя +12^{0}С, максимальная +25^{0}С.Влияние температуры на несущие металлические конструкции покрытия имеется в части поворота стоек по контуру здания в пределах 50% от допустимого по расчетной модели, внутреннего опорного кольца в пределах 20 %, по тензометрам отклонение от близких нулевым значениям зафиксировано только при самых минимальных температурах.

При минимальных температурах по климату возможно приближение деформаций и усилий к максимальным (желтым), определенным по нормативной временной нагрузке.

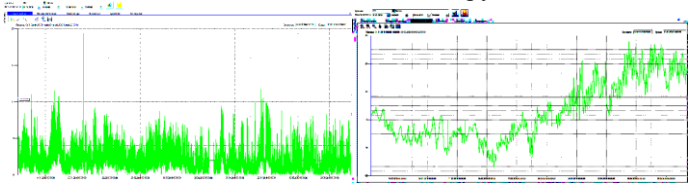


Рисунок 11. Данные метеостанции. Скорость ветра. Температура.

В целом интегральный мониторинг, реализованный на объекте, позволяет контролировать напряженно-деформированное состояние несущих конструкций. На объекте установлены границы контроля для датчиков по параметрам расчетной модели, которые за наблюдаемый период не были превышены. На объекте отмечается эффект больших систем в связи с установкой значительного количества датчиков. Анализ результатов позволяет сделать вывод о возможности контроля объекта по меньшему количеству датчиков. Положительным фактором большой системы является дублирование датчиков по рядом расположенным зонам, что позволяет минимизировать ложные сигналы об аварийной ситуации. Для отработки этой схемы необходима разработка алгоритма анализа данных именно как для интегральной системы, заключающаяся в сравнении всех параметров по выделенным зонам.

Литература

1. Шулятьев О. А., Исаев О. Н., Шарафутдинов Р. Ф., Наятов Д. В. НИИОСП им. Н. М. Герсеванова – АО «НИЦ "Строительство"» Геотехнические аспекты реконструкции «Большой спортивной арены «Лужники» / http://sportengineering.ru/ рубрика «Наука». 10.10.2016.

2. ОАО "Стальконструкция-Фаст") / http://stk-fast.ru/master-klass/bsa-luzhniki-1997/.

3. Фарфель М.И. Мониторинг покрытия большой спортивной арены Олимпийского стадиона «Лужники» / InternationalJournalforComputationalCivilandStructuralEngineering, 6(1&2) 219-220 (2010).

4. Гурьев, В.В. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений Электронный ресурс. / В.В. Гурьев, В.М. Дорофеев // Стройпрофиль — М., 2005. — № 4. Режимдоступа: http://www.stroinauka.ru/ /detailview

5. BelostotskyA.M., AkimovP.A., NegrozovO.A., PetryashevN.O., PetryashevS.O., SherbinaS.V., KalichavaD.K., KaytukovT.B. Adaptivefinite-elementmodelsinstructuralhealthmonitoringsystems. MagazineofCivilEngineering. 2018. No. 2. Pp. 169–178. doi: 10.18720/MCE.78.14.

6. ПлотниковА.Н., ЕжовА.В., СабановА.И. Опыт мониторинга бескаркасных зданий при застройке территории / Архитектура. Строительство. Образование. Материалы региональной конференции. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та. 2012. – С. 82 – 87.

7. Плотников А.Н. Определение взаимовлияния деформаций изгиба и кручения железобетонного перекрестно-ребристого перекрытия при мониторинге его возведения/ А.Н. Плотников // Вестник МГСУ. № 7. 2012. С. 82 - 89.

8. Снежков, Д.Ю. Мониторинг возводимых и эксплуатируемых железобетонных конструкций неразрушающими методами / Д.Ю. Снежков, С.Н. Леонович. – Минск: БНТУ, 2016. – 331 с.

9. Грибанов Я.И., Быков А.А., Калугин А.В. Оценка напряженно-деформированного состояния металлоконструкций покрытия спорткомплекса при запроектных нагрузках / Наука и безопасность. № 5. 2012. – с. 28 – 40.

10. Hyo Seon Park, Yunah Shin, Se Woon Choi, Yousok Kim. An Integrative Structural Health Monitoring System for the Local/Global Responses of a Large-Scale Irregular Building under Construction / Sensors 2013, 13. www.mdpi.com/journal/sensors

11. Xiaolin Meng, Dinh Tung Nguyen, Yilin Xie, John S. Owen , Panagiotis Psimoulis , Sean Ince , Qusen Chen, Jun Ye , Paul Bhatia. Design and Implementation of a New System for Large Bridge Monitoring—GeoSHM / Sensors 2018, 18, 775 www.mdpi.com/journal/sensors

Ключевыеслова: мониторинг, датчики, деформации, частота, большепролетныездания

Keywords: monitoring, sensors, deformations, frequency, long-span buildings

Плотников Алексей Николаевич, декан строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашскийгосударственный университет имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары,428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; plotnikovAN2010@yandex.ru; +7 (8352) 62 45 96.

Левин Сергей Андреевич, директор ООО «СМИС-Эксперт», 115230, г. Москва, Каширское шоссе, 12; smisexpert@bk.ru.

ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»:

Николаева Анастасия Георгиевна, старший преподаватель кафедры строительных конструкций;

Иванов Виктор Анатольевич, старший преподаватель кафедры строительных конструкций;

Иванова Наталия Васильевна, доцент кафедры строительных конструкций;

Михайлов Борис Васильевич, доцент кафедры строительных конструкций;

Аринина Надежда Николаевна, старший преподаватель кафедры строительных конструкций;

Яковлева Ольга Станиславовна, старший преподаватель кафедры строительных конструкций.

Plotnikov Alexey Nikolaevich, Dean of the Faculty of Civil Engineering, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 MoskovskiyProspekt, Cheboksary, 428015, RussianFederation; plotnikovAN2010@yandex.ru; +7 (8352) 62 45 96.

Levin Sergey Andreevich, Director of “SMIS-Expert” LLC, 12, Kashirskoye, Moscow, 115230, RussianFederation; smisexpert@bk.ru

Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU):

Nikolaeva Anastasia Georgievna, Senior Lecturer, Department of Building Structures;

IvanovViktor Anatolievich, Senior Lecturer, Department of Building Constructions;

Ivanova NataliaVasilievna, Associate Professor ofthe Department of Building Structures;

Michailov Boris Vasilyevich, Associate Professor ofthe Department of Building Structures;

ArininaNadezhda Nikolaevna, Senior Lecturer, Department of Building Constructions;

Yakovleva Olga Stanislavovna, Senior Lecturer, Department of Building Structures.

Для цитирования:

Плотников А.Н. Реализация интегрального мониторинга на объекте «Большая Спортивная Арена «Лужники»/ А.Н. Плотников, С.А. Левин, А.Г. А.Г. Николаева, В.А. Иванов, Н.В. Иванова, Б.В. Михайлов, Н.Н. Аринина, О.С. Яковлева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 295 - 307.

Citation:

Plotnikov A.N. Realization of integrated monitoring at the object "A great sports arena "Luzhniki "/ A.N. Plotnikov, S.A. Levin, A.G. Nikolaeva, V.A. Ivanov, N.V. Ivanova, B.V. Michailov, N.N. Arinina, O.S. Yakovleva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 295 - 307.

УДК 624.012.4-183.2

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПК «ANSYS» НДС ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, УСИЛЯЕМЫХ СТАЛЕФИБРОБЕТОННОЙ «РУБАШКОЙ», С УЧЁТОМ НАЧАЛЬНЫХ ТРЕЩИН

О.В. Радайкин, Л.А. Шарафутдинов
Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

Аннотация.

В статье приведены результаты численного исследования в ПК «ANSYS» железобетонной балки, усиленной сталефибробетоном, с учётом начальных повреждений в виде силовых трещин. Картина развития трещин принята из испытаний не усиленных железобетонных балок. Получены зависимости прочности, жёсткости и трещиностойкости при разной степени повреждения.

COMPUTER MODELING IN ANSYS PC OF THE INTENSELY DEFORMED STATE OF REINFORCED CONCRETE BEAMS STRENGTHENED WITH STEEL FIBER CONCRETE JACKET, TAKING INTO ACCOUNT OF THE INITIAL CRACKS

Abstract

The article presents the results of a numerical study in the ANSYS PK of a reinforced concrete beam reinforced with steel fiber concrete, taking into account the initial damage in the form of force cracks. The picture of the development of cracks is taken from tests of reinforced concrete beams. The dependences of strength, stiffness and crack resistance at different degrees of damage are obtained.

На практике часто возникает задача об усилении железобетонных балок с начальными трещинами, причины возникновения которых разнообразны – приложение сверх проектных нагрузок, усадка на начальном этапе твердения бетона, внутреннее давление продуктов коррозии арматуры и т.д. Применение сталефибробетонных (СФБ) «рубашек» для усиления таких балок позволяет малыми затратами существенно увеличить их жёсткость, несущую способность, трещиностойкость и защитить арматуру от коррозии. При этом для получения надёжного и экономичного решения необходимы достоверные данные о влиянии начальных трещин на систему «балка-рубашка». Получить такие данные в рамках известных из литературы

теоретических моделей, в том числе на основе нормативного подхода СП 63.13330.2012 и СП 360.1325800.2017, невозможно. Для решения этой задачи подойдёт наиболее универсальный на сегодня инструмент анализа НДС конструкций – метод конечных элементов, реализованный в ПК «ANSYS».

В связи с вышеизложенным, целью работы ставилось провести компьютерное моделирование усиления СФБ «рубашками» железобетонных балок, имеющих начальные трещины.

Для этого в качестве натурных образцов были рассмотрены четыре железобетонные балки – по два «близнеца» в двух сериях, испытанные авторами ранее [1]: 1 серия – железобетонные балки без усиления – контрольные образцы; 2 серия – балки, усиленные СФБ «рубашкой». При этом в обеих сериях железобетонные балки начальных трещин не имели (за исключением технологических микротрещин, влиянием которых на данном этапе исследований пренебрегаем). Однако результаты испытания балок 1-й серии обосновано могут послужить основой для оценки влияния начальных трещин на НДС балок, подлежащих далее усилению. Экспериментальная оценка этого влияния потребовала бы изготовления ещё нескольких серий балок, которые необходимо было бы к началу усиления предварительно нагрузить до определённого уровня от разрушающей нагрузки, чтобы создать начальные повреждения в виде трещин. Избежать этих затрат в данной работе предлагается путём компьютерного моделирования усиленных сталефибробетоном железобетонных балок по разработанной ранее методике КЭ-моделирования [2, 3], но с введением в модель балки системы начальных трещин, картина распределения которых зависит от уровня ранее приложенной нагрузки (от предыстории нагружения).

На рис. 1, слева, представлено несколько картин развития трещин в балке 1-й серии в зависимости от уровня нагрузки (при этом во 2-й балке-близнеце картины аналогичные). Первые трещины в ней появились при нагрузке P_{crc}*=1т. Разрушающая нагрузка составила P_{ult}*=4,8тс.

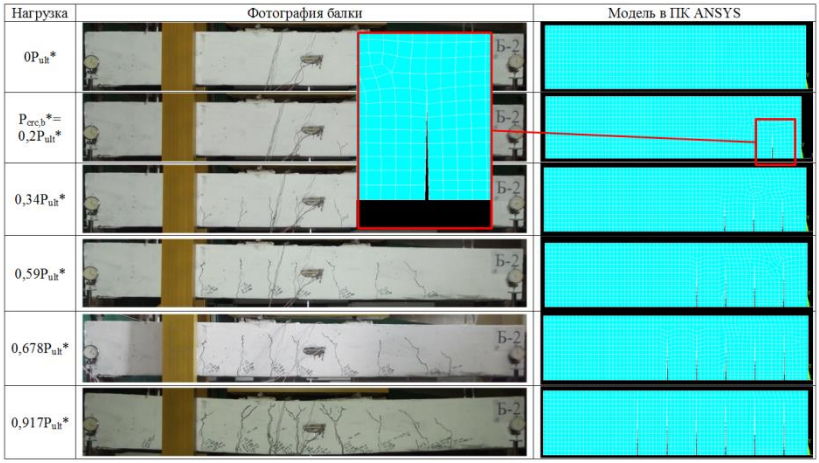


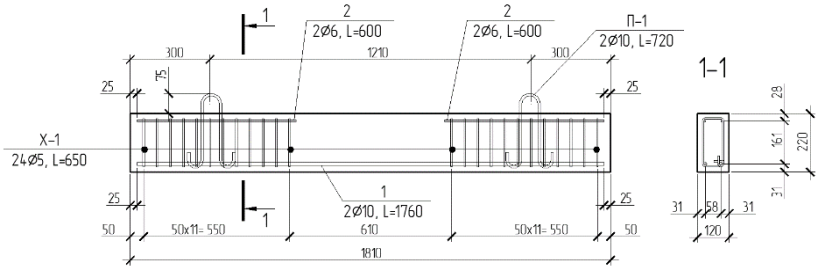
Рис. 1. Картина развития трещин в балке 1-й серии в зависимости от уровня нагрузки (слева) и КЭ-модель балки с трещинами в ПК «ANSYS» (справа)

Армирование балки (рис. 2.) в нижней зоне выполнено из 2Ø10 А400 (коэффициент армирования μ=0,59%), у верхней грани в зоне чистого изгиба армирование отсутствует, у верхней грани в зоне «пролёта среза» – 2Ø6 А240 мм (коэффициент армирования μ=0,216%). Поперечное армирование выполнено хомутами Ø6 А240 с шагом 100 мм в «пролёте среза». Принятое армирование отвечает следующим целям:

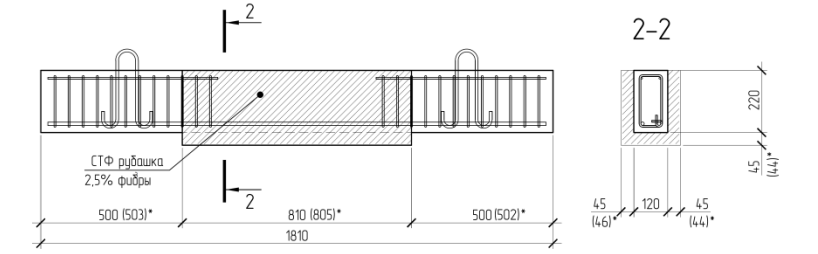
– армирование поперечной арматурой приопорных участков выполнено с запасом для исключения возможности разрушения по наклонным сечения;

– малый процент растянутой арматуры обеспечивает пластичное разрушение балки.

а.



б.



в.

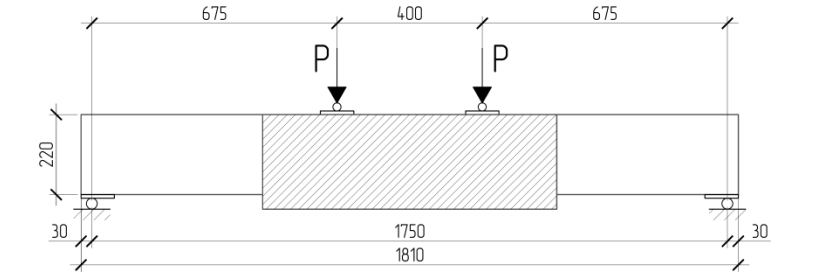


Рис. 2. Параметры балки до (а) и после (б) усиления, схема нагружения (в)

Таким образом, рассмотрено 6 КЭ-моделей железобетонной балки с разной степенью развития трещин в зависимости от величины нагружения (см. рис. 1, справа). Трещины моделировались расшивкой узлов объёмных конечных элементов Solid-65 (бетон). Программа численного эксперимента представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Программа численного эксперимента

Серия	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	Б-6
Трещины при нагрузке	без трещин	$0.2P_{ult}$*	$0.34P_{ult}$*	$0.59P_{ult}$*	$0.678P_{ult}$*	$0.917P_{ult}$*

В результате расчетов были определены несущая способность P_{ult}, нагрузка образования трещин в рубашке $P_{crc,fb}$, прогибы балок, в зависимости от начальной нагрузки, P_0, в долях от P_{ult}* – в долях от несущей способности железобетонной балки без усиления. Результаты расчета представлены в графическом виде (рис. 3-5). Все образцы разрушились по нормальному сечению.

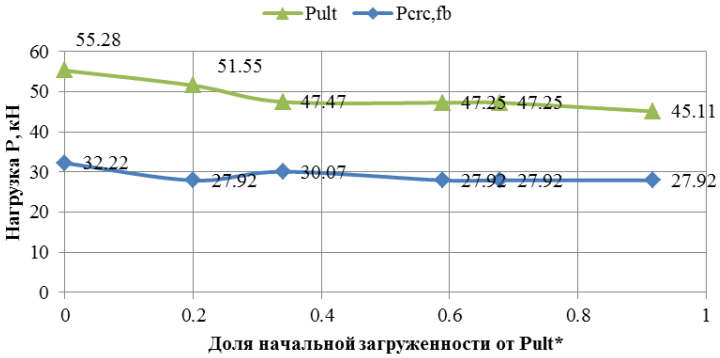


Рис. 3. Зависимость разрушающей нагрузки,P_{ult}, и нагрузки трещинообразования в сталефибробетонной рубашке, $P_{crc,fb}$, от уровня начальной нагрузки, P_0 (доля от P_{ult}*), или степени начальных повреждений в ж/б балке

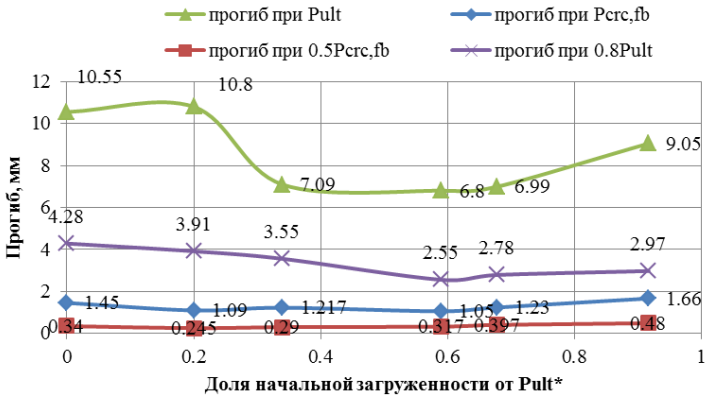


Рис. 4 Зависимость прогиба при разрушающей нагрузки, f_{ult}, нагрузки трещинообразования, f_{crc}всталефибробетонной рубашке, нагрузки $0{,}8P_{ult}$, нагрузки $0{,}5P_{crc,fb}$ от уровня начальной нагрузки, P_0 (доля от P_{ult}*), или степени начальных повреждений в ж/б балке

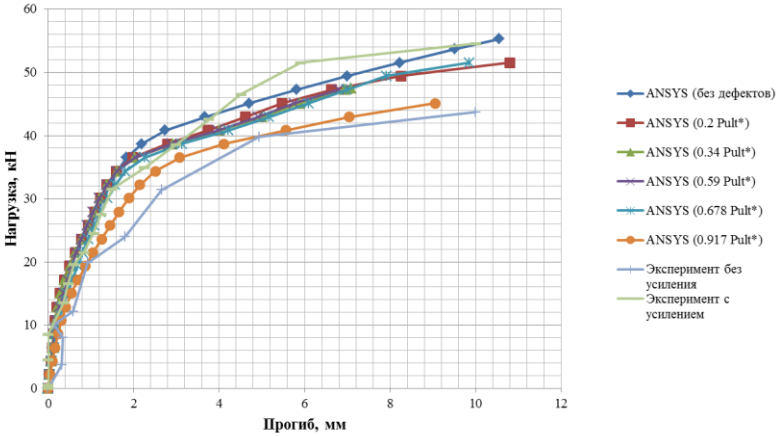


Рис. 5 Сравнение графиков «Прогиб-нагрузка» для усиленной балки от уровня начальной нагрузки, P_0 (доля от P_{ult}*), или степени начальных повреждений в ж/б балке

Общие выводы:

1. Разработана методика компьютерного моделирования В ПК «ANSYS» НДС железобетонных балок, усиленных СФБ «рубашками»,

которая позволяет учитывать влияние начальных трещин, возникших под действием нагрузки до усиления.

2. Установлено, что несущая способность усиленной сталефибробетоном балки падает с увеличением начального уровня нагрузки, что обусловлено повышением степени начальной поврежденности в виде трещин. Так, несущая способность усиленной балки с начальными повреждениями, соответствующими нагрузке P_0=0,917P_{ult}*, по сравнению с усиленной балкой без начальных трещин (P_0=0) уменьшается на 18,4%.

3. Трещиностойкость усиленной балки при уровне начальной нагрузки P_0<0,2P_{ult}* падает на 13,3%, а при дальнейшем росте P_0 – остаётся постоянной.

4. До появления трещин в рубашке (при нагрузке 0,5$P_{crc,fb}$) жёсткость увеличивается сначала на 27,9% (при 0<P_0<0,2P_{ult}*), после чего уменьшается в 2 раза (при 0,2P_{ult}*<P_0<0,917P_{ult}*). При работе усиленной конструкции с трещинами (при нагрузке 0,8P_{ult}) жёсткость сначала увеличивается на 40,4% (при 0<P_0<0,59P_{ult}*), затем (0,59P_{ult}*<P_0<0,917P_{ult}*) уменьшается на 16,5%. (0,59P_{ult}*<P_0<0,917P_{ult}*). Для уточнения выявленного эффекта повышения жёсткости при определённых условиях необходимо провести дополнительные исследования в том числе экспериментальные.

Литература

1. Радайкин О. В., Шарафутдинов Л. А. Железобетонные балки, усиленные сталефибробетонной рубашкой // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 6(82).

2. Радайкин О. В., Шарафутдинов Л. А. К определению оптимального фибрового армирования на основе компьютерного моделирования в ПК ANSYS изгибаемых железобетонных элементов, усиленных с применением сталефибробетона// Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР-2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. С. 138-143.

3. Радайкин О. В., Шарафутдинов Л. А. К оценке прочности, жесткости и трещиностойкости изгибаемых железобетонных элементов, усиленных сталефибробетонной "рубашкой", на основе компьютерного моделирования в ПК ANSYS // Известия КГАСУ. 2017. № 1. С. 111-120.

Ключевые слова: численные исследования, нормальные трещины, трещиностойкость, прочность, жёсткость.

Keywords: numerical studies, normal cracks, crack resistance, strength, stiffness.

Радайкин Олег Валерьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры ЖБиКК. (Казанский государственный архитектурно-строительный университет). E-mail: olegxxii@mail.ru

Шарафутдинов Линар Альфредович – аспирант, ассистент кафедры ЖБиКК. (Казанский государственный архитектурно-строительный университет). E-mail: sh._linar@mail.ru

Oleg ValerjevichRadaikin - Ph.D., Associate Professor (Kazan State University of Architecture and Engineering). E-mail: olegxxii@mail.ru

LinarAlfredovichSharafutdinov – graduate student, assistant (Kazan State University of Architecture and Engineering). E-mail: sh._linar@mail.ru.

Для цитирования:

Радайкин О.В. Компьютерное моделирование в ПК «ANSYS» НДС железобетонных балок, усиляемыхсталефибробетонной «рубашкой», с учётом начальных трещин/ О.В. Радайкин, Л.А. Шарафутдинов// Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 308 - 315.

Citation:

Radaikin O.V. Computer modeling in ANSYS PC of the intensely deformed state of reinforced concrete beams strengthened with steel fiber concrete jacket, taking into account of the initial cracks / O.V. Radaikin, L.A. Sharafutdinov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 308 - 315.

УДК 691.32

О МЕТОДАХ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Салман Давуд Салман Аль Дулайми
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёв, г.Саранск, Россия

Аннотация

В статье проведен обзор известных на сегодняшний день технологий для повышения долговечности и надежности железобетонных конструкций. Уделено внимание инновационной технологии самовосстановления конструктивных элементов.

METHODS OF INCREASE OF DURABILITY AND RELIABILITY OF CONCRETE STRUCTURES

Abstract

The article reviews the currently known technologies to improve the durability and reliability of concrete structures. Attention is paid to the innovative technology of self-healing of structural elements.

Обеспечение долговечности железобетонных конструкций в условиях воздействия силовых нагрузок и агрессивных эксплуатационных сред - одно из наиболее актуальных и перспективных направлений в развитии современной строительной науки и практике во всем мире [6, 13, 14].

Аварии строительных конструкций зданий и сооружений создают угрозы масштабных гуманитарных и экологических катастроф. Проблема предотвращения катастрофических аварий строительных конструкций в настоящее время актуальна и носит фундаментальный характер.

Необходимость усиления железобетонных изделий и конструкций возникает как в результате реконструкции и технического перевооружения объектов, так и вследствие физического износа, вызванного различными факторами, такими как нагрузки различного типа, коррозия материалов, нарушение условий эксплуатации, некачественное изготовление конструкций, воздействие агрессивной среды, нарушение правил технологии производства, сверхнормативное воздействие [5]. В свою очередь, все эти факторы приводят к уменьшению несущей способности элементов сооружения и, КАК

следствие, к снижению их способности обеспечить безопасность эксплуатации строительного объекта.

Основными причинами повреждений железобетонных конструкций являются коррозийные процессы, развивающиеся в результате неблагоприятного воздействия окружающей среды, а также воздействия микроорганизмов [10, 11].

Коррозия бетона под влиянием биологических факторов чаще всего обнаруживается на фундаментах и стенах зданий, а также в таких строительных объектах, как плотины, портовые и прибрежные сооружения, мосты, гидроканалы, трубопроводы, градирни, силосохранилища и многие другие [4, 9].

Решение проблем, связанных с биологическим разрушением железобетонных конструкций, является чрезвычайно важной задачей. Повреждение строительных материалов, вызванные заселением и развитием бактерий, грибов и актиномицетов, могут представлять серьезную опасность как для железобетонных конструкций, так и для здоровья людей. [8, 9].

Анализ строительного рынка в последнее время показывает, что с увеличением роста возведения новых зданий и сооружений происходит и увеличение объема ремонтных работ. В работах по восстановлению эксплуатационных характеристик нуждаются как обычные жилые дома, административные и торгово-развлекательные здания, так и уникальные сооружения, к которым относятся и памятники архитектуры. Например, в настоящее время в индустриально развитых странах инвестиции в новое строительство и ремонт уже существующих зданий и сооружений практически сравнялись.

На современном этапе развития науки и техники ведущей концепцией повышения надежности строительных конструкций является системный подход. Он охватывает весь жизненный цикл любого инженерного сооружения: проектирование, строительство, эксплуатация, включая мониторинг его текущего состояния, проведение диагностических исследований перед усилением, выполнение проектных работ по ремонту, собственно технологические операции по ремонту и усилению с последующим контролем качества выполненных работ [4].

Снижение долговечности изделий, конструкций и материалов из бетона, сопровождается значительными экономическими потерями. Значительного сокращения затрат можно достичь правильным назначением защитных мероприятий на стадии проектирования, ремонтно-восстановительных и антикоррозионных работ. Повышение

коррозионной стойкости железобетонных конструкций обычно достигается применением специальных цементов, добавок, увеличением плотности бетона за счет введения модификаторов в смеси или пропиткой полостей структуры различными композициями, нанесения различных покрытий и др. [1, 2, 3, 7].

Повышение долговечности конструкций за счет различных способов приводится во многочисленных работах [15, 16, 17, 18, 19, 20].

Известен способ восстановления защитного слоя железобетонных конструкций путем нанесения на подготовленную поверхность поврежденной конструкции слоя раствора с разравниванием - Технология строительных процессов: Учеб. для вузов по спец. [6].

Недостатками этого способа являются низкая прочность сцепления наносимого слоя раствора с поверхностью ремонтируемой конструкции, недостаточные прочность, водопроницаемость и коррозионная стойкость восстановленного слоя.

Технология изготовления бетонополимеров заключается в том, что готовые бетонные конструкции подвергают пропитке полимерными составами. Так как полимеры твердеют в порах бетона, мономеры полимеризуются в процессе пропитывания конструкции, тем самым снижая пористость, повышая плотность, водонепроницаемость и другие показатели качества поверхности или всего объема бетонной конструкции в зависимости от глубины пропитки. Таким образом, в результате пропитки бетона получают материал, обладающий более высокой химической стойкостью, а также, в ряде случаев, улучшенными прочностными и деформативными показателями [5].

Метод усиления конструкций углепластиками в настоящее время является самым «бережным» методом ремонта и восстановления строительных конструкций. Он позволяет производить реконструкцию элементов в короткие сроки, является более экономичным, по сравнению с традиционными методами, увеличивает срок службы конструкции. Несомненными достоинствами способа являются высокая прочность на растяжение и модуль упругости, малый вес, технологичность, невосприимчивость к агрессивным внешним факторам, способность повторять практически любые формы конструкции, выносливость и другие факторы. Особыми преимуществами композиционных материалов, по сравнению с традиционными способами, являются также легкость транспортировки и изготовления усиливающих элементов необходимых размеров на месте выполнения работ, возможность усиления поверхностей с

различной кривизной, непрерывность эксплуатации сооружения во время проведения работ по усилению.

Таким образом, существует множество методов, с помощью которых можно повысить долговечность и надежность железобетонных конструкций. В каждом случае эти методы необходимо всесторонне оценить, выяснить ограничения, влияющие на железобетонные конструкции. Выбор того или иного метода определяется свойствами проектируемого объекта. В то же время вопрос разработки способов повышения долговечности и надежности зданий и сооружений до сих пор остается открытым. Достаточно эффективным является способ повышения долговечности железобетонных конструкций путем использования самовосстанавливающихся бетонов [15, 16, 17, 18, 19, 20].

Нами в настоящее время проводятся исследования по подбору типа бактерий биобетонов, технологий изготовления самовосстанавливающихся железобетонных конструкций

Литература

1. Н. И. Карпенко, С. Н. Карпенко, В. Н. Ярмаковский, В. Т. Ерофеев / Academia. О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций / / Архитектура и строительство – 2015. № 1. С. 93 – 102.

2. И. Н. Максимова, Н. И. Макридин, В. Т. Ерофеев, Ю. П. Скачков / Структура и прочность конструкционных цементных композитов // Саранск – 2015.

3. В. И. Калашников, В. Т. Ерофеев, О. В. Тараканов / Суспензионно – наполненные бетонные смеси для порошково – активированных бетонов нового поколения // Известия высших учебных заведений. Строительство – 2016. – № 4 (688). С. 30 – 37.

4. Гончарова Е.Н., Василенко М.И., Нарцев В.М. Роль микроскопических водорослей в процессах повреждения городских зданий. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 6. С. 192-196.

5. Василенко М. И. Влияние экологических факторов среды на состояние поверхности городских зданий // сб.статей XXI Междунар. научно-практ. конф., Казантип – ЭКО 2013 Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсо-сбережения, 2013. С. 337-339.

6. Железобетонные изделия и конструкции: научно-технический справочник / Под ред. Ю. В. Пухаренко, Ю. М. Баженова, В. Т. Ерофеева. – С.-Петербург: НПО «Профессионал», 2013. 1048 с.

7. Биоцидные цементные композиты с добавками, содержащими соединения гуанидина / В. Т. Ерофеев, С. В. Казначеев, А. Д. Богатов [и др.] // Приволжский научный журнал. 2010. № 4. С. 87-94.

8. Защита зданий и сооружений от микробиологических повреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина / В. Т. Ерофеев, П. Г. Комохов, В. Ф. Смирнов [и др.]. – Спб.: Наука, 2009 – 192 с.

9. Микробиологическое разрушение материалов : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 270100 "Строительство" / [В. Т. Ерофеев и др.] ; под общ. ред. В. Т. Ерофеева и В. Ф. Смирнова. - Москва : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2008. – 123 с.

10. Ерофеев В.Т., Богатов А.Д., Богатова С.Н., Смирнов В.Ф., Захарова Е.А. Исследование биостойкости строительных материалов с учетом их старения // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2011. № 22. С. 73-78.

11. Ерофеев В.Т., Богатов А.Д., Богатова С.Н., Казначеев С.В., Смирнов В.Ф. Влияние эксплуатационной среды на биостойкость строительных композитов // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 7 (33). С. 23-31.

12. Завалишин Е.В., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф., Смирнова О.Н. Повышение долговечности конструкций и сооружений посредством пропитки поровой структуры материалов биоцидными составами // Материалы Международной научно-технической конференции «Биоповреждения и биокоррозия в строительстве». – Саранск, 2004. С. 153-156.

13. П. Г. Комохов Последовательный системно-дискретный анализ образования и развития трещин в тяжелом бетоне П. Г. Комохов, Р. Л. Сорокко // Совершенствование технологии производства бетонов повышенной прочности и долговечности : Тез. докл. 4-й Респ. конф. – Уф: НИИпромстрой, 1985. – С.12 – 13.

14. Структура, прочность и трещиностойкость цементного камня / А. Е. Шейкин – М : Стройиздат, - 1974. – 192 с.

15. В.Т. Ерофеев, С.Д. Аль Дулайми / Исследование изменений прочностных характеристик цементных композитов в зависимости от концентрации в них бактерий и возраста образцов // Приволжский научный журнал. 2018. № 3.С.70-77.

16. В.Т. Ерофеев, С.Д. Аль Дулайми, В. Т. Фомичев / Химические аспекты процесса устранения трещин бетона с помощью бактерий // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». 2018. № 3. С. 1-10.

17. В.Т. Ерофеев, С.Д. Аль Дулайми, В. Ф. Смирнов / Бактерии для получения самовосстанавливающихся бетонов // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». 2018. № 4. С. 1 – 13.

18. Исследование влияния сероокисляющих бактерий на биокоррозию бетона / С.Д. Аль Дулайми // Безопасности строительного фонда россии. Проблемы и решения. Курск – 2015. С. 55-62.

19. V.T. Yerofeyev , V.F. Smirnov , S.N. Bogatova , A.D. Bogatov, S.V. Kaznacheyev, A.I. Rodin ,Salman Dawood Salman Al –Dulaimi / Bio resistant Building Composites Based on Waste Glass // IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE). – 2016. – V. 13. P 60 – 65.

20. Оценка биодеструкции строительных материалов и использование ее механизмов в планировании долговечности зданий и сооружений / С.Д. Аль Дулайми // научных публикаций аспирантов и докторантов, 2016. – С. 1 – 3.

Ключевые слова: бетон, бактерии, самовосстановление, концентрация, коррозия, прочность.

Keywords: concrete, bacteria, self-healing, concentration, corrosion, strength.

Салман Давуд Салман Аль Дулайми – аспирант, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёв, г.Саранск, Россия, salmoon-1985@mail.ru.

Salman Dawood Salman Al- Dulaimi – Postgraduate, National research Mordovia state University. N. P. Ogarev, Saransk, Russia, salmoon-1985@mail.ru

Для цитирования:

С.Д. Аль Дулайми. О методах повышения долговечности и надежности железобетонных конструкций/ С.Д. Аль Дулайми // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 316 - 322.

Citation:

Salman Dawood Salman Al –Dulaimi. Methods of increase of durability and reliability of concrete structures / Salman Dawood Salman Al –Dulaimi // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 316 - 322.

УДК69.059.3

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ КАМЕННЫХ СВОДЧАТЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

Б.С. Соколов*, В.В. Павлов, Е.В. Хорьков
*АО «Казанский ГипроНИИавиапром», г. Казань, Россия
Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

Аннотация

Работы по усилению каменных сводчатых перекрытий ставят ряд конструктивных и технологических задач, требующих определенного подхода к их решению. Исследования направленные на изучение работы каменных сводчатых перекрытий и разработка конструктивно-технологических мероприятий по их усилению, позволяющих повысить эффективность и безопасность работявляются актуальными.

DESIGN AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF THE STRENGTHENING MASONRY VAULT OVERLAP

Abstract

The strengthening masonry vaults causes constructive and technological problems that require their solution. Studies of the work of masonry vaulted overlap and the development of technological measures to strengthen them are relevant.

В кирпичных зданиях старой постройки в качестве перекрытий часто встречаются каменныесводыкоторые на сегодня являются конструкциями устаревшими. Сводчатые перекрытия в этих зданиях находятся в эксплуатации достаточно продолжительное время, в связи с этим в них отмечаются различные дефекты и повреждения.

При усилении каменных сводчатых перекрытий в большинстве случаев принимаются малоэффективные конструктивно-технологические решения, которые могут привести к увеличению стоимости строительных работ без повышения эффективности усиления.

В последнее время при усилении строительных конструкций все чаще применяют композиционные материалы, как материалы обладающие целым рядом полезных свойств, к примеру, как легкость и высокая прочность. В России статистика применения таких материалов при усилении сводов уступает зарубежным странам. Это

связано с высокой стоимостью материалов, а также отсутствием рекомендаций по усилению сводов.

В связи с этим возникает необходимость разработки конструктивно-технологических рекомендаций по усилению каменных сводов, что несомненно должно привести к снижению финансовых затрат при усилении за счет рационального расположения усиливающих элементов, повысить безопасность при производстве работ, а также снизить количество ошибочных решений принимаемых инженерами при принятии методов усиления и диагностики повреждений.

Авторами ведутся разработки конструктивно-технологических рекомендаций по усилению каменных сводчатых перекрытий зданий старой постройки направленных на повышение эффективности восстановления эксплуатационной пригодности перекрытий и обеспечения безаварийного производства работ по разработанным техническим решениям.

Проведенные физические и численные исследования [1,2,3] позволили определить все стадии работы каменных арок, при нормальной работе (без усиления) (рис.1) и при усилении разработанными методами, определить механизмы разрушения, изучить деформативность и характер трещинообразования кирпичной арки.

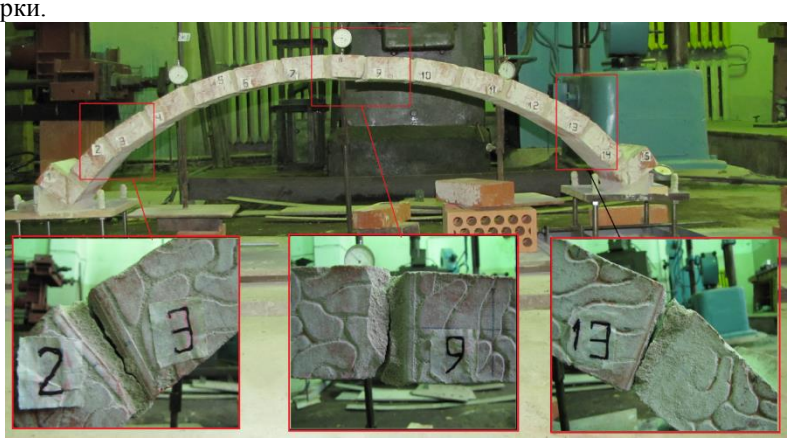


Рис. 1. Исследуемая каменная арка. Характер трещинообразования не усиленной арки при горизонтальной подвижке.

Исследования конструктивных решений арочных конструкций, а также результаты натурных наблюдений за их состоянием, позволили разработать методы усиления, а также установить последовательность

выполнения работ по усилению, определить номенклатуру необходимого технологического оборудования и разработать последовательность проектирования процесса усиления.

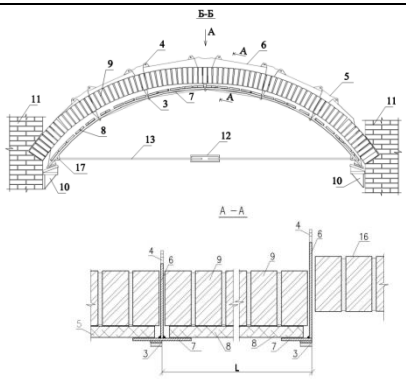
В таблице 1 представлены разработанные методы усиления каменных арок при различных деформациях.

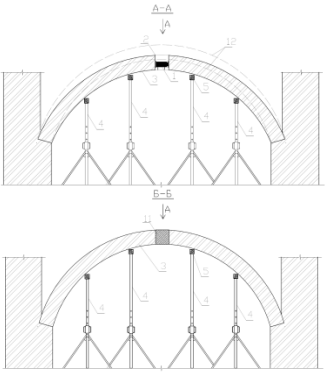
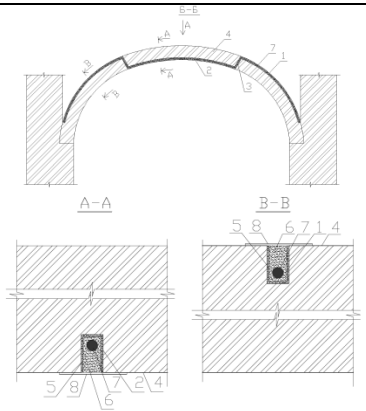
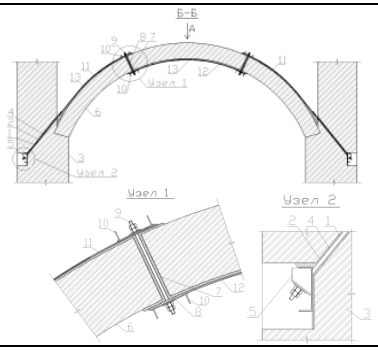
Метод №1 и №2 используется при выполаживании, провисании, волнообразной деформации свода.

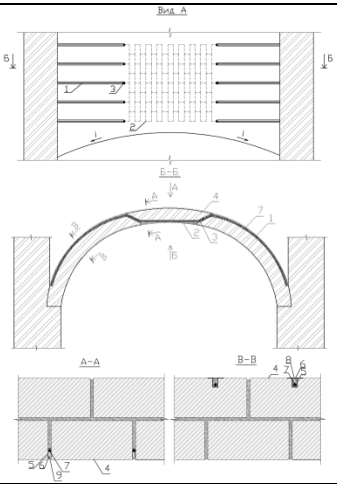
Метод №3,4,5 может быть реализован при увеличении проектной нагрузки на сводчатое перекрытие, либо несущая способность свода ниже проектной.

Причинами выше описанных деформаций сводов могут служить перегрузка или несимметричное приложение нагрузки, старение строительного материала, смещение пятсводчатого перекрытия, не правильное раскружаливание конструкции на стадии возведения.

Таблица 1

№	Схема метода усиления	Краткое описание метода усиления
1		Усиление производится путем подъема свода до расчетной высоты с помощью специальнойразрезной балки установленной в арку. Технология усиления изложена в патенте на изобретение[4]

2		Усиление производится путем подъема свода до расчетной высоты с помощью раздвижки домкратом в области щелыги арки. Технология усиления изложена в патенте [5]
3		Способ усиления заключается в повышении несущей способности путем внедрения армирующего материала на основе однонаправленных композиционных волокон в тело арки. Технология усиления изложена в патенте [6]
4		Способ усиления заключается в армировании конструкции путем устройства стальных полос на верхней и нижней поверхности арки. Технология усиления изложена в патенте [7]

5		Способ усиления заключается в повышении несущей способности путем внедрения армирующего материала на основе однонаправленных композиционных волокон в тело арки. Технология усиления изложена в патенте [8]

Проведенные сравнения пяти разработанных способов усиления показали, что метод решающий большинство вопросов связанных с восстановлением несущей способности арок является способ номер 3.[9]

Результаты исследований в дальнейшем лягут в основуконструктивно-технологических рекомендаций по усилению каменных сводчатых перекрытий и методики поверочных расчетов усиливаемых конструкций обеспечивающих последующую нормальную эксплуатацию усиленных элементов, безопасность производства работ и позволяющих значительно снизить трудозатраты.

Литература

1. Павлов В.В., Хорьков Е.В. Экспериментальные исследования работы не усиленных кирпичных арок при воздействии подвижек опор // современные проблемы расчета ж/б конструкций зданий и сооружений на аварийные воздействия МГСУ, 2015.

2. Павлов В.В., Хорьков Е.В. Экспериментальные исследования работы усиленных кирпичных арок при горизонтальной подвижке опор // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2014, N2.– С. 90-96.

3. Соколов Б.С., Павлов В.В., Хорьков Е.В. Экспериментальные исследования работы кирпичных арок при вертикальной подвижке опор// Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014, N4.–С. 158-164.

4. Пат. 2471943 РФ, МПК E04G 23/00.Способ усиления каменных сводчатых перекрытий здания /В.В. Павлов, Е.В. Хорьков (РФ). – №2011114108/03; Заявлено 11.04.2011; Опубл. 10.01.2013, Бюл. №1. – 7с.

5. Пат. 2640621 РФ, МПК E04G 23/00. Способ усиления каменных сводчатых перекрытий здания /В.В. Павлов, Е.В. Хорьков (РФ). – №2016117451; Заявлено 04.05.2016; Опубл. 10.01.2018, Бюл. №1. – 7с.

6. Пат. 169131 РФ, МПК E04G 23/02.Устройство усиления каменных сводчатых перекрытий здания /В.В. Павлов, Е.В. Хорьков (РФ). – №2016117338; Заявлено 04.05.2016; Опубл. 06.03.2017, Бюл. №7. – 5с.

7. Пат. 169130 РФ, МПК E04G 23/02.Устройство усиления каменных сводчатых перекрытий здания /В.В. Павлов, Е.В. Хорьков (РФ). – №2016117337; Заявлено 04.05.2016; Опубл. 06.03.2017, Бюл. №7. – 5с.

8. Пат. 171928 РФ, МПК E04G 23/02.Устройство усиления каменных сводчатых перекрытий здания /В.В. Павлов, Е.В. Хорьков (РФ). – №2017101735; Заявлено 19.01.2017; Опубл. 21.06.2017, Бюл. №18. – 5с.

9. Павлов В.В., Хорьков Е.В. Восстановление работоспособности каменных арок и сводов // Вестник гражданских инженеров, Санкт-Петербург, 2018 г, №6 (65) – С. 65-70.

Ключевые слова: распорная система, арка, свод, фактор разрушения, усиление.

Keywords: an arch, the destruction factor, a support motion, strengthening.

Соколов Б.С. – д.т.н., профессор

E-mail: sbs.1942@mail.ru

АО «Казанский ГипроНИИавиапром». Адрес организации: 420127, РТ, г. Казань, ул. Дементьева, 1.

Павлов В.В. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: newtura@mail.ru

Хорьков Е.В. – ассистент

E-mail: evg-ne@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Sokolov B.S. – doctor of technical science, professor, corresponding member of the Russian academy of architecture and building sciences.

E-mail: sbs.1942@mail.ru

JSC Kazan Giproniiaviaprom. The organization address: 420127, Russia, Kazan, Dementiev St., 1.

Pavlov V.V. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: newtura@mail.ru

Khorkov E.V. – assistent

E-mail: evg-ne@mail.ru

Kazan State University of Architecture and EngineeringThe organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenayast., 1

Для цитирования:

Соколов Б.С. Конструктивно-технологические особенности восстановления эксплуатационной пригодности каменных сводчатых перекрытий / Б.С. Соколов, В.В. Павлов, Е.В. Хорьков // Новое вархитектуре, проектировании строительных конструкций иреконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской)конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018.– С. 323 - 329.

Citation:

Sokolov B.S. Design and technological features of the strengthening masonry vault overlap /B.S. Sokolov, V.V. Pavlov, E.V. Horkov// New in architecture, design constructionand renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary,2018. – P. 323 - 329.

УДК 624.012.45

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, УСИЛЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Е.О. Тимофеев, Л.А. Максимова
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова» г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье производится исследование методов расчета изгибаемых железобетонных элементов, усиленных композиционными материалами. Автор приходит к выводу, что достаточно актуально проводить уточнение и методики коррекции усиленных конструкций только в рамках первой группы предельных состояний.

RESEARCH OF METHODS OF CALCULATION OF THE BENT REINFORCED CONCRETE ELEMENTS STRENGTHENED BY COMPOSITE MATERIALS

Abstract

In article the research of methods of calculation of the bent reinforced concrete elements strengthened by composite materials is made. The author comes to the conclusion that is rather relevant to carry out specification and techniques of correction of the strengthened designs only within the first group of limit states.

С учетом существующих нормативных документов расчет несущих железобетонных конструкций зданий и сооружений проводят, применяя постоянные и временные нагрузки в рамках первой и второй групп предельных состояний. Проведение проверок по первой группе предельных состояний служит обеспечению прочности конструкций, имеющих заданную обеспеченность. Проведение проверок по второй группе предельных состояний способно обеспечить условия нормальной эксплуатации конструкций в течение срока службы, установленного проектом [2].

Композиционные материалы используют для того, чтобы усилить железобетонные конструкции, находящиеся в эксплуатации. Достаточно редко усиливают новые конструкции. Все указанные работы производят для того, чтобы исправить ошибки, возникающие в процессе организации строительно-монтажных и проектных работ. Соответственно, достаточно актуально проводить уточнение и

методики коррекции усиленных конструкций только в рамках первой группы предельных состояний [6].

Одним из первых методы расчета изгибаемых железобетонных элементов, усиленных композиционными материалами, был предложен А.А. Шилиным, Д.Н. Смердовым и В.И. Шестериковым были разработаны методы расчета усиления конструкций композиционными материалами применительно к железобетонным пролетным строениям и мостам, расположенным на автомагистралях [5].Исследователем А.А. Неровных была совершенствована и уточнена методика расчета изгибаемых железобетонных конструкций, имеющих прямоугольное и тавровое поперечное сечение, для усиления которых использовались полимерные композиционные материалы пи их расчете по первой группе предельных состояний.

Рассмотрим методы расчета изгибаемых железобетонных конструкций, усиленных композиционными материалами, основой которых являются углеродные, арамидные и стеклянные волокна.

При расчете нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов на прочность необходимо рассмотреть несколько видов предельных состояний. Так, железобетонные элементы могут разрушаться, если:разрушается сжатая зона бетона и достигаются напряжения текучести в структуре стержневой растянутой арматуры; напряжения в фиброармированных пластиках более низкие, чем расчетные (переармированная растянутая зона);возникает текучесть в растянутой стержневой арматуре и опасность последующего разрыва внешней арматуры фиброармированных пластиков, при этом сжатая зона бетона не разрушается;наступает текучесть в растянутой стержневой арматуре, разрушается внешняя арматура фиброармированных пластиков, а также сжатой зоны бетона;разрушаются и отслаиваются элементы фиброармированных пластиков [4].

Площадь сечения внешней композитной арматуры подбирают итерационно: в начале задается некоторая начальная её величина, после чего она корректируется в соответствии с результатами расчетов прочности, позволяющих оценить действия изгибающих моментов.

Так как не всегда при предельном состоянии имеется разрушение сжатой зоны бетона, то размер максимальных напряжений в ней может не быть равным предельным значениям. Определение усилий во внешней арматуре фиброармированных пластиков производят с учетом величины напряжений значения которых равны или меньше расчетной прочности на растяжение.

Проектирование изгибаемых элементов рекомендуется осуществлять, если возникает текучесть в растянутой стержневой арматуре и опасность последующего разрыва внешней арматуры фиброармированных пластиков, при этом сжатая зона бетона не разрушается, а также если наступает текучесть в растянутой стержневой арматуре, разрушается внешняя арматура фиброармированных пластиков, а также сжатой зоны бетона. Это связано с тем, что разрушение по первому типу происходит за счет того, что недоиспользуются механические свойства стержневой и внешней арматуры.

Фиброармированные пластики могут отслаиваться в том случае, если основание не принимает его деформацию. Для предотвращения отслаивания фиброармированных пластиков, необходимо ввести ограничение уровня его деформаций. Для оценки условий работы фиброармированных пластиков используютk_m, на который влияет жесткость элемента усиления фиброармированных пластиков:

$$k_{м} = \left[\frac{\frac{1}{60\sigma ft}(1 \quad \frac{nE_{ft} f_{\int}}{360000}) \leq 0{,}9}{\frac{1}{60\sigma ft}(\frac{90000}{nE_{ft} f_{\int}})} \right] \qquad (1)$$

Первое выражение используют при $nE_{ft}t_f \leq$ 180000, второе же - при $nE_{ft}t_f \geq$ 180000.

Используя вышеназванный коэффициента k_m из формулы (1), получают ограничение в расчетах достижения предельной деформации разрыва фиброармированных пластиков, этом обеспечивается отсутствие отслоения фиброармированных пластиков при выполнении расчетных нагрузок. Если увеличивается жесткость фиброармированных пластиков, то растет вероятность отслоения, и, соответственно, увеличивается объем требований к ограничению деформаций. Соответственно, коэффициент k_m, по сути, ограничивает предельно допускаемые усилия, возникающие в арматуре фиброармированных пластиков [6].

Определение допустимых предельных расчетных деформаций фиброармированных пластиков производится по формуле:

$$\varepsilon_{fu} \leq k_m \varepsilon_{ft} \qquad (2)$$

Величина достигаемых максимальных деформаций во внешнем армировании фиброармированных пластиков в предельном состоянии определяется по следующей формуле:

$$\varepsilon_{fu} = \varepsilon_{cu}(\frac{h-x}{x}) - \varepsilon_{hi} \leq k_m \varepsilon_{ft} \quad (3)$$

Определение допустимого уровня напряжений в фиброармированных пластиков производится с учетом закона Гука:

$\sigma_{fu} \leq E_f \varepsilon_{fu}$ (4)

Расчетную прочность внешнего армирования фиброармированных пластиковR_{fu} принимают равной значению σ_{fu}в соответствии с выражением:

$R_{fu} = \sigma_{fu}$ (5)

Деформацию внешнего армирования фиброармированных пластиков при растяжении рассчитывают по формуле:

$$\varepsilon_{fu} = \frac{R_{fu}}{E_{\int}} \quad (6)$$

Чтобы подобрать сечение внешнего армирования фиброармированных пластиков, необходимоопределение уровня деформаций в конструкции от действующих нагрузок. На него влияет история загрузок и трещины в конструкции. Начальный уровень деформаций учитывают, используя деформационную модель расчета.

Определение предельных усилий в сечении, нормальном к продольной оси элемента, производят, учитывая следующие предпосылки:

- принимают сопротивление бетона растяжению равным 0;
- представляют сопротивление бетона сжатию в предельном состоянии посредством напряжений, которые равномерно распределены по высоте сжатой зоны и равны R_b;
- чтобы определить деформацию, используют гипотезу плоских сечений;
- размер растягивающих напряжения в стальной арматуре принимается не выше, чем расчетное сопротивление растяжениюR_s, а размер сжимающих напряжений– не выше расчетного сопротивления сжатию R_{sc};
- размер растягивающих напряжений в арматуре из фиброармированных пластиков принимается не выше расчетного сопротивления растяжению R_{fu};
- у внешней арматуры и бетона имеется возможность сохранить полное сцепление и работать вместе до того момента, когда наступит предельное состояние;
- не учитывают деформацию сдвига в клеевом слое [6].

Подбирая площадь сечения внешней арматуры из фиброармированных пластиков, нужно ограничить допущение

превышения пограничных процентов армирования, которые установленыСП 52-101-2003. Прочность нормальных сечений следует рассчитывать с учетом того, как соотносятся значения относительной высоты сжатой зоны бетона$\xi = x/h_0$, определяемые по соответствующим условиям равновесия, и значения граничной относительной высоты сжатой зоны ξ_R, когда имеет место наступление предельного состояния элемента и достижения в растянутой стальной арматуре напряжения, которое равно расчетному сопротивлению R_s. Также должно быть учтено соотношение значения относительной высоты, характеризующей сжатую зону бетона$\xi_f = x/h$ и значение граничной относительной высоты, характеризующее сжатую зонуξ_{Rf}, когда имеет место наступление предельногосостояния вместес достижением в растянутой арматуре из фиброармированных пластиковнапряжения, такого же, как и её расчетное сопротивлениеR_{fu}.[5]

Определение значения граничной высоты сжатой зоны ξ_R определяют в соответствии с формулой(7):

$$\xi_R = \frac{x_r}{\gamma_i} = \frac{0{,}8}{1 + \frac{\varepsilon_{bu1}}{\varepsilon_{bu2}}} \qquad (7)$$

Значение ξ_{Rf}может быть определено в соответствии с формулой:

$$\xi_{rf} = \frac{Xrf}{h} = \frac{\omega}{1 + \frac{Rfu}{\varepsilon_{bu1}}(1 - \frac{\omega}{1{,}1})} \qquad (8)$$

ε_{bu1} принимается равным ε_{b0} для непродолжительного действия нагрузки и ε_{b2} для продолжительного;

ω принимается равным $\omega = 0{,}85 - 0{,}008R_b$

Для фиброармированных пластиков отношение R_{fu}/E_f, является предельный относительной деформацией при растяжении. Часто ее диапазон составляет (0,3 - 1%), что превышает деформацию текучести стали R_s/E_s (0,2%), и поэтому ξ_{Rf} будет меньше, чем ξ_R.

Прочность сечений изгибаемых элементов, которые усилены фиброармированными пластиками, рассчитывают из общего условия:

$$M < M_{ult} \qquad (9)$$

Для сечения, которое является симметричным относительно плоскости действия момента, в случае дополнительного армирования при помощи композитных материалов, расположенного на грани элемента расчетное условие прочности рассчитывается по формуле:

$$M < \delta_f S_f + R_s S_s + R_{sc} S_{sc} \qquad (10)$$

Высота сжатой зоны может быть определена по уравнению равновесия:

$$RsAs + RscAs - RsAs - R_f A_f = 0 \quad (11)$$

Высоту сжатой зоны x в случае разрушения усиленного сечения по арматуре и фиброармированным пластикам($\xi<\xi_{Rf}<\xi_R$) можно определить выражением:

$$x = \frac{RfuAs + RsAs - RscAs}{Rsb} \quad (12)$$

значение M_{ult}находят по формуле:

$$M_{ult} = AfRfu(h - 0{,}5x) + AsRs(h_0 - 0{,}5x) + AsRsf(0{,}5x - a) \quad (13)$$

Высоту сжатой зоны x при разрушении бетона сжатой зоны усиленного сечения и достижения в растянутой и сжатой стержневой арматуре напряжений, равных пределу текучести, определяется из выражения:

$$x = \frac{\sigma_f A_f + RsAs - RscAs}{Rsb} \text{ при } \xi_{Rf}<\xi<\xi_R \quad (14)$$

тогда предельный изгибающий момент будет равняться:

$$Mus = AsRs(h - 0{,}5x) + AsRs(h_0 - 0{,}5x) + AsRs(0{,}5x - a) \quad (15)$$

В случае недостижения предельных напряжений фиброармированными пластикамив растянутой стержневой арматуре и имеет место исчерпание прочности бетона сжатой зоны и достижение предела текучести напряжения в сжатой стержневой арматуре, высоту сжатой зоны можно определить по формуле:

$$x = \frac{\sigma_f A_f + \sigma sAs - RscAs}{Rsb} \text{ при } \xi_{Rf}<\xi_R<\xi \quad (16)$$

Предельный изгибающий момент рассчитывают по формуле:

$$Mus = AfRf(h - 0{,}5x) + AsRs(h_0 - 0{,}5x) + AsRs(0{,}5x - a) \quad (17)$$

Размер напряжения в фиброармированных пластиках, а также в стержневой арматуре может быть рассчитан по формулам:

$$\sigma_s = \frac{\varepsilon_{bu1} E_s}{1 - \frac{\omega}{1{,}1}} x\left(\frac{\omega}{\xi} - 1\right) \quad (18)$$

$$\sigma_f = \frac{\varepsilon_{bu1} Ef}{1 - \frac{\omega}{1{,}1}} x\left(\frac{\omega}{\xi_f} - 1\right) - \varepsilon_{bi} E_f \quad (19)$$

ε_{bi} здесь определяется выражением (11).

Высота сжатой зоны определяется находить итерационно. Сначала принимают высоту сжатой зоны, полученную из выражения (12), а после производят вычисление напряжений в стержневой арматуре и фиброармированным пластикам по формулам (18) и (19) и проверяют равновесие внутренних сил. При его отсутствии высоту сжатой зоны корректируют. Повторы расчетов производя, пока равновесие внутренних сил не будет выполнено [4].

Подобрав площадь сечения арматуры фиброармированных пластиков, проверяют напряжение и деформацию в ней, они не должны превышать предельно допустимых величин R_{fu} или ε_{fu}Указанное условие соблюдается, если фактическая относительная высота сжатой зоны бетона ξменее граничной ξ_{Rf}, определенной из выражения (8) [4].

Окончив расчеты усиленного нормального сечения, проводят проверку обеспечения несущей способности по наклонным сечениям.

Литература

1. ГОСТ 25.601-80. «Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания плоских образцов на растяжение при нормальной, повышенной и пониженной температурах».

2. Бондаренко С.В., Санжарновский Р.С. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий. М. Стройиздат, 1990. 352 с.

3. Клевцов В.А., Фаткуллин Н.В., Расчет прочности нормальных сечений изгибаемых элементов, усиленных внешней арматурой из полимерных композиционных материалов // Научно-техническая конференция молодых ученых и аспирантов ЦНИИС, 2006.

4. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. СП 13-102-2003.

5. Хаютин Ю.Г., Чернявский В.Л., Аксельрод Е.З. Ремонт и усиление железобетонных конструкций в зданиях из монолитного железобетона // Проектирование и строительство монолитных многоэтажных жилых и общественных зданий, мостов и тоннелей. Сборник докладов. 2004 г., стр. 195 - 199.

6. Хаютин Ю.Г., Чернявский В.Л., Аксельрод Е.З. Применение углепластиков для усиления строительных конструкций//Бетон и железобетон. - № 6. - 2002. - с. 17-20; № 1. - 2003. - с. 25-29.

7. Чернявский В.Л., Аксельрод Е.З. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Жилищное строительство, 2003, № 3, стр. 15-16.

8. Штамм К., Витте Г. Многослойные конструкции. М. Стройиздат, 1983, 300 с.

9. Bakis C.E., Bank L.C., Brown V.L., Cosenza E., Davalos J.F., Lesko J.J., Machida A., Rizkalla S.H., Triantifillou T.C. Fibre-Reinforced Polymer Composites for Construction-State-of-the-Art Review. Journal of Composites in Construction, 2002, V.6, No 2, pp. 73-87.

Ключевые слова: методы расчета изгибаемых конструкций, композиционные материалы.

Keywords: methods of calculation of the bent designs, composite materials.

Тимофеев Евгений Олегович, магистрант гр. ЗСМ-01-16, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова» г. Чебоксары, почта: genya89530156202@gmail.com

Максимова Людмила Анатольевна – доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова» г. Чебоксары, почта: maximova_ng@mail.ru

Timofeev Yevgeny Olegovich, undergraduate c. ZSM-01-16 The “Chuvash state university of I.N. Ulyanov", Cheboksary, mail: genya89530156202@gmail.com

Maksimova LudmilaAnatolyevna – the Doctor of Science in physics and mathematics, is the professor to Building constructions department "The Chuvash state university of I. N. Ulyanov", Cheboksary, mail: maximova_ng@mail.ru

Для цитирования:

Тимофеев Е.О. Исследование методов расчета изгибаемых железобетонных элементов, усиленных композиционными материалами / Е.О. Тимофеев, Л.А. Максимова // Новое вархитектуре, проектировании строительных конструкций иреконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской)конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018.– С. 330 - 337.

Citation:

Timofeev E.O. Research of methods of calculation of the bent reinforced concrete elements strengthened by composite materials / E.O. Timofeev, L.A. Maximov// New in architecture, design constructionand renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary,2018. – P. 330 - 337.

УДК 624.012.4-183.2

К ИССЛЕДОВАНИЮ НДС КИРПИЧНЫХ СВОДОВ (ТИПА «МОНЬЕ») ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

К. А. Фабричная, К. И. Шарафутдинова
Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

Аннотация.

В статье изучалось влияние различных дефектов на состояние элементов сводов типа «Монье». Составлена программа численных исследований в ПК Лира САПР 2013.Был выбран наиболее значимый дефект ивыполнено моделирование рассматриваемого дефектного свода с варьированиемего длины.Установлено, что дефектные своды длиной 2м, 3м и 4м имеют одинаковый характер распределения напряжений N_z кирпичного заполнения в нормальном сечении.

ON RESEARCH OF THE STRESS-STRAIN STATE OF BRICK ARMS (MONIER TYPE) AT RECONSTRUCTION

Abstract

The article studied the effect of various defects on the state of elements of the «Monier» type vaults. A program of numerical studies was compiled in the Lyra CAD 2013 software. The most significant defect was selected and the considered set of defective set was performed with varying its length. It was established that the defective arches with a length of 2 m, 3 m and 4 m have the same character of the distribution of stresses N_z of brick filling in a normal section.

В Казани на сегодняшний день сохранилось множество зданий с перекрытиями из кирпичных сводов по металлическим балкам, причем многие из них являются памятниками архитектуры и часто находятся в аварийном состоянии из-за физического износа. Особенностью при приспособлении подобных зданий является то, что замена исторических конструкций в перекрытиях нежелательна.

Для исследования сводов был выбран объект культурного наследия - «Дом Киселева И.Н., 1910 г.», расположенный в г. Казань, ул. Муштари, д.20. Перекрытия подвала, над лестничными клетками и над проездной аркой выполнены в виде сводчатых перекрытий типа «Монье», рис.1.Цель работы: многофакторное исследование НДС сводов «Монье», в том числе и с помощью программных комплексов,

для совершенствования методики расчёта усиления рассматриваемых конструкций.

Рис. 1. Перекрытие над проездной аркой

В статье приводятся результаты исследования влияния различных дефектов насостояние рассматриваемых конструкций. По результатам обследования здания выявлены следующие дефекты сводов: замачивание перекрытия, вызывающее коррозию балок и снижение прочности кладки, наличие отверстий в сводах (для прохождения инженерных коммуникаций), снижение прочности при замораживании кладки, т.к. объект не эксплуатируется. Программа численных исследований с использованием компьютерного моделирования вПК Лира САПР 2013 включала исследование следующих схем сводов с учетом дефектов: схема 1 – исходная схема; схема 2 – уменьшение опорной площадки из-за коррозии нижней полки несущей балки; схема 3 – моделирование отверстия; схема 4 –уменьшение прочности кладки при замораживании/оттаивании; схема 5 – совместное действие дефектов.

К фрагментам перекрытия прикладывалась равномерно распределенная нагрузка в диапазоне 400-1000 кг/м^2 с шагом 200кг/м^2.

Геометрические параметры исходной базовой модели свода представлены на рисунке 2.Статический расчёт фрагмента перекрытия проведен методом конечных элементов в ПК Лира САПР 2013 в упругой постановке задачи.Расчетная модель состояла из объемных КЭ – кирпичного сводчатого заполнения – и пластин соответствующей толщины – металлических двутавровых балок. Размер конечного элемента пластин принят 0,1×0,1м.

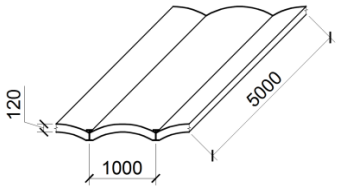


Рис. 2. Геометрические параметры базовой модели свода

По результатам расчетов получен характер распределения напряжений, их величина и деформации элементов свода. На рисунке 3 приведены графики зависимости перемещения и напряжениярассматриваемых сводов от нагрузки. Максимально допустимый прогиб, согласно [1]составляет: $[f_z]=5000/200=25$мм. Анализируя графики можно сделать вывод, что при нагрузке $q=1000$кг/м^2 прогибы схемы 4 и при $q=800$кг/м^2 прогибы схемы 5 превышают допустимые значения.

Согласно [2] расчетное сопротивление кладки из сплошных камней на цементно-известковом растворе осевому растяжению при изгибе $R_{tb}=2,5$МПа. Из рассмотренных моделей сводов максимальные напряжения возникают в схеме 3 при $q=1000$кг/м^2. Они образуются в области отверстия, что связано с концентрациями напряжений. Уровень этих напряжений превышает предельно допустимые значения.

Во всех рассматриваемых схемах в несущих металлических балках уровень напряжений при $q>600$кг/м^2 превышает предельно допустимые значения.

Для выбора наиболее значимого дефекта был составлен рейтинг влияния дефектов на НДС кирпичных сводов и металлических балок согласно графикам, представленные на рисунке 3. Рассматривались дефекты схемы 2, схемы 3, и схемы 4.

Согласно графикам, представленным на рисунке 4, в качестве наиболее значимого был выбран дефект схемы 2.

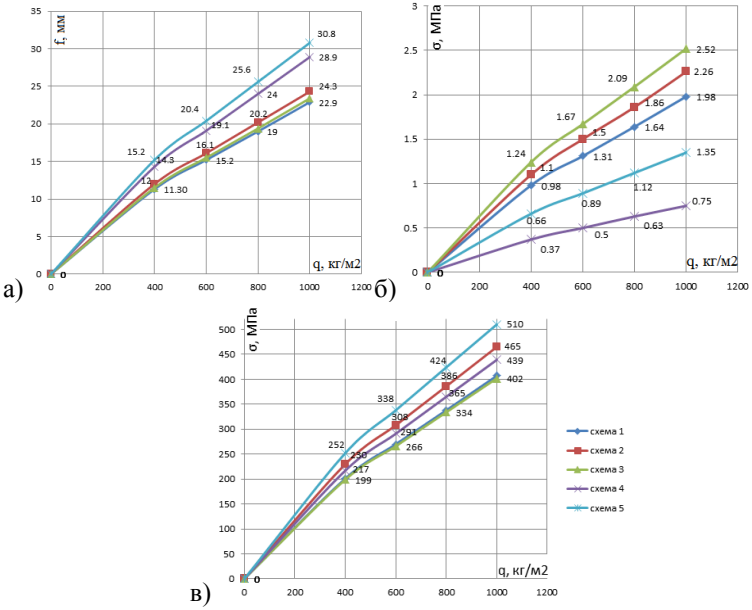


Рис. 3. Графики а)«Перемещение-нагрузка»; б) «Напряжение-нагрузка» в кирпичном заполнении свода; в) «Напряжение-нагрузка» в металлических балках

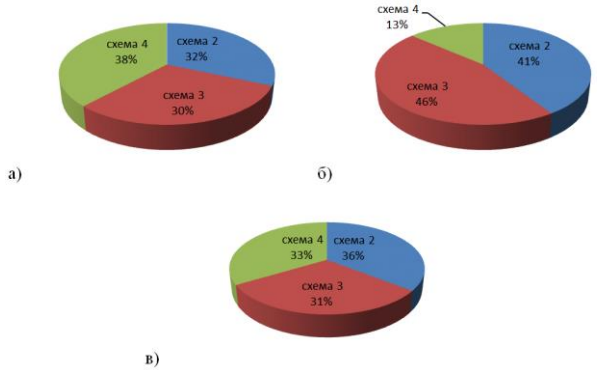


Рис. 4. Рейтинг влияния дефектов на НДС кирпичных сводов согласно графику: а) «Нагрузка - перемещение»; б) «Напряжение-нагрузка» в кирпичном заполнении своде; в) «Напряжение-нагрузка» в металлических балках.

На следующем этапе исследований варьировались геометрические характеристики (длина) дефектного свода. Рассматривались своды длиной 2м, 3м и 4м, анализ результатов приведен на рисунке 5.

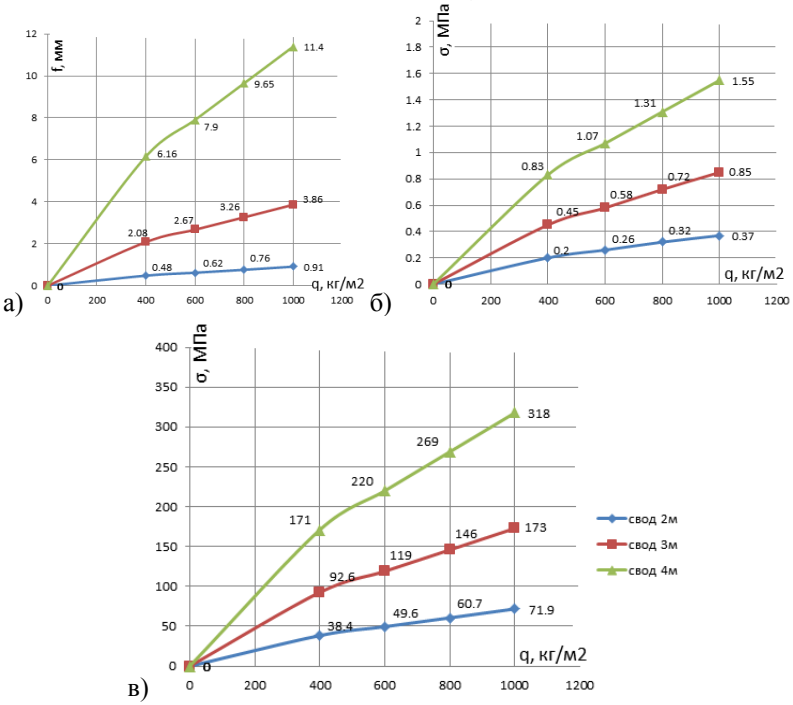


Рис. 5. Графики а) «Перемещение-нагрузка»; б) «Напряжение-нагрузка» в кирпичном заполнении свода; в) «Напряжение-нагрузка» в металлических балках

Прогибы и напряжения в кирпичном заполнении рассматриваемых сводов не превышают предельно допустимых значений, установленных [2].

При длине свода 4м в несущих металлических балках уровень напряжений при q=800кг/м^2 превышает предельно допустимые значения, установленные [3].

На рисунке 6 приведено распределение напряжений в нормальном сечении с максимкльным моментом.Анализируя рисунок, можно сделать вывод, что не зависимо от пролета схемы, рассматриваемые своды имеют одинаковый характер распределения напряжений N_z кирпичного заполнения в нормальном сечении.

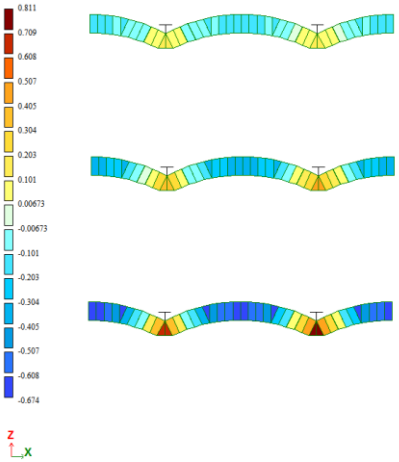


Рис. 6. Изополя напряжений Nz кирпичного заполнения сводов длиной 2м, 3м и 4мв нормальном сечении

Общие выводы:

1. При нагрузке q=1000кг/м^2 прогибы свода схемы 4 и при q=800кг/м^{2}при совместном действии дефектов превышают допустимых значений.

2. При q=1000кг/м^{2}в схеме 3 уровень напряжений превышает предельно допустимые значения. Они связаны с концентрациями напряжений, которые образуются в области отверстия.

3.Во всех дефектных схемах в металлических балках уровень напряжений при q>600кг/м^2 превышает допустимые значения.

4. Своды длиной 2м, 3м и 4м имеют одинаковый характер распределения напряжений N_z кирпичного заполнения в нормальном сечении.Прогибы и напряжения не превышают предельно допустимых значений.

5. При длине свода более 4м в несущих металлических балках уровень напряжений при q=800кг/м^2 превышает допустимые нормами значения.

Литература

1. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция взамен СНиП 2.01.07-85.

2. СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22–81*.

3. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*

Ключевые слова: своды типа «Монье», численные исследования, дефекты, перемещения, напряжения/

Keywords: «Monier» type vaults, numerical studies, defects, displacements, stresses.

Фабричная Ксения Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры ЖБиКК. (Казанский государственный архитектурно-строительный университет). E-mail: Fabrichnayaka@gmail.com

Шарафутдинова Камилла Иршатовна – студент, магистрант. (Казанский государственный архитектурно-строительный университет). E-mail: crystal_1104@mail.ru

Ksenia Alexandrovna Fabrichnaya– Ph.D., Associate Professor (Kazan State University of Architecture and Engineering). E-mail: Fabrichnayaka@gmail.com.

Camilla Irshatovna Sharafutdinova – undergraduate (Kazan State University of Architecture and Engineering). E-mail: crystal_1104@mail.ru.

Для цитирования:

Фабричная К. А. К исследованию НДС кирпичных сводов (типа «МОНЬЕ») при реконструкции / К. А. Фабричная, К. И. Шарафутдинова // Новое вархитектуре, проектировании строительных конструкций иреконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской)конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018.– С. 338 - 344.

Citation:

Fabrichnaya K.A. On research of the stress-strain state of brick arms (MONIER TYPE) at reconstruction/ K.A. Fabrichnaya, K.I. Sharafutdinova // New in architecture, design constructionand renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia)Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary,2018. – P. 338 - 344.

УДК 625.42

КОНСТРУКЦИИ ПЕШЕХОДЫХ ПЕРЕХОДОВ И ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЙ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ

Н.М. Хасанов, А.О. Якубов
Таджикский технический университета им. М.С.Осими

Аннотация

В статьи приведены конструкции подземного пешеходного перехода для сейсмических районов, которой мало отличается от конструктивных решений для несейсмических районов. Единственным отличием является увеличение процента армирования в зависимости от расчетной сейсмичности. Расчет подпорных стен производится на активное давление грунта, а добавочное активное сейсмическое давление не учитывается, что является одной из причин обрушения переходов при многих землетрясениях.

DETERMINATION OF THE MOST DANGEROUS CONSTRUCTIONS FOR PEDESTRIANS TRANSITIONS AND THE CAUSES OF DESTRUCTION DURING AN EARTHQUAKE

Abstract

The article presents the design of an underground pedestrian crossing for seismic areas, which differs little from the design solutions for non-seismic areas. The only difference is the increase in the percentage of reinforcement depending on the calculated seismicity. The calculation of retaining walls is made on the active pressure of the soil, and the additional active seismic pressure is not taken into account, which is one of the reasons for the collapse of transitions in many earthquakes

На основе образа и анализа многочисленных землетрясений последнего времени приводит к выводу, что землетрясения интенсивностью 7-9 баллов на дороги не обеспечивает их сохранность, а их последствия приводят к прекращению движения сроком до нескольких недель, а также травмы людей находящихся в них

Следует отметить, что последствия многих произошедших землетрясений, к обоснованному утверждению, что наибольшие повреждения произошли в сооружениях с балочными перекрытиями пролетом 12 м в результате изгиба от наклонных деформаций или провала за счет вертикального смещение от вертикальной осадки фундаментов которые к тому же имели горизонтальные смещение от

активного сейсмического давления грунта в зависящие от прочности грунтов основания и степени их влажности.

Более сейсмостойкими оказались конструкция подземных переходов с опорными стойками посередине, что дает сокращение пролета до 6 м и повышает динамическую жесткость. Однако степень повреждения этих сооружений достаточно высока и не соответствует современным требованиям безопасности людей, находящихся в подземных переходах. Степень освещенности таких конструкций зависеть от их протяженности и требует искусственного освещения, которые глубоко не продумано на случай землетрясения, когда может отключиться электрообеспечение.

Опасность затопления подземного перехода, неоднократно была отмечено при некоторых землетрясениях. Следует отметить, что при проектировании надо продумать и избегать на участки строительстве с высоким уровнем грунтовых вод или соседства с открытыми водоемами (бассейн, озеро, канал).

Наибольшие деформации подземных переходов отмечалось в сечении входных ступеней и основной частью сооружения, что легко объяснить замеренными амплитудно-частотными характеристика, что дает существенно разницу в динамической жесткости от чего в основном зависит сейсмоустойчивость сооружения.

Сохранившееся подземные перехода от полного разрушения имели прогиб плит перекрытия или провал части или всей плиты, что объясняется воздействием сейсмического активного давления или сдвигом фундаментов стен рис. 1.

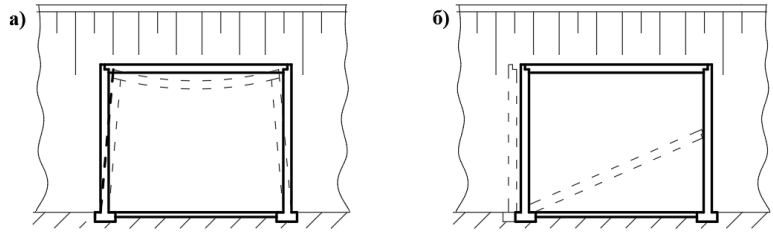


Рис. 1. Схемы различных деформаций при землетрясении.
а) – при деформации стен
б) – при деформации фундамента

Из анализа последствий землетрясений напрашивается обоснованный инженерный вывод:

1. В сейсмических районах следует отказаться от большепролетных подземных переходов с тяжелыми плитами

перекрытий и такими же подпорными стенками. Необходимо применять более легкие конструкции, работающие на сжатие, а не изгиб.

2. Надземные переходы следует укрепить в поперечном направлении и применить арочные элементы, имеющие большую динамическую жесткость и работающие на сжимающие напряжения.

Натурные и модельные эксперименты показывают относительно слабую динамическую жесткость надземных пешеходных переходов, что объясняет разрушение этих сооружений при землетрясении, особенно если направление сейсмической волны было поперек главной оси сооружения. Этот факт приводит к инженерному решению необходимости увеличения устойчивости таких переходов в поперечном направлении и проектированию фундаментов этих сооружений дополнительно к возможному боковому сдвигу от действия сейсмических сил, что и являлось одной из причин многочисленных повреждений этих переходов при землетрясениях. Обрушения подземных переходов через железные дороги явились причиной катастроф аварии поездов от наезда на разрушенные сооружения, так как подвижной состав быстро остановить при землетрясении невозможно. Этот факт являлся причиной остановки поездов из-за повреждения рельс, шпал и балластной призмых[1-3].

Сходные ступени и основная часть наземного перехода имеют большую разницу по динамической жесткости, амплитудно-частотными характеристикам и логарифмическому декременту колебаний, что подтверждается натурными экспериментами и последствиями землетрясений. Лестничная часть – 1 в большинстве случаев сохраняется с небольшими деформациями, а полному разрушению чаще подвергается основная часть, заключенная между двумя лестничными маршами – 2., то ест между сечениями I-I и II-II.

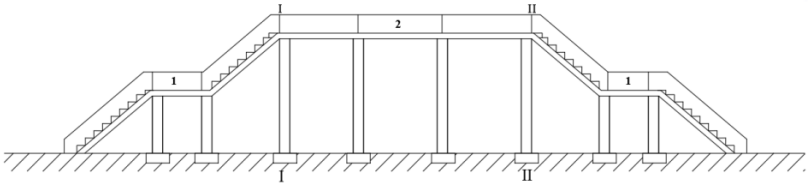


Рис. 2. Схема надземного перехода.
I-II Сечение наибольших деформаций при землетрясении.
Предлагается конструкция арочного перехода.

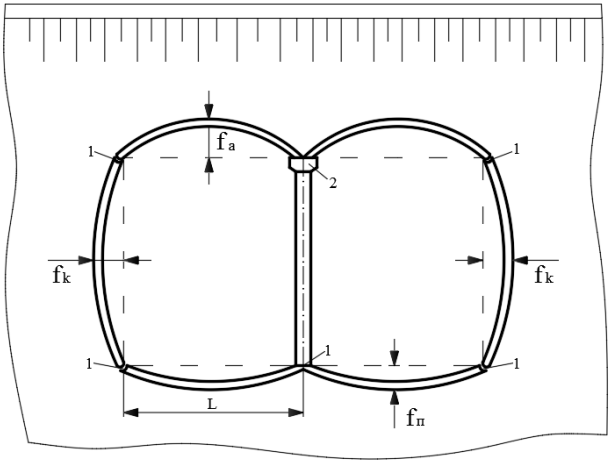


Рис .3.

1- узел сопряжения, 2- бортовой элемент.

$f_а = 0{,}05H \quad f_к = 0{,}05Lf_п = 0{,}05L.$

Чтобы не сооружать фундаменты под колонны и стены их заменили на арочный пол, что дешевле, технологично и нейтрализует часть нагрузок от стен и плит перекрытия.

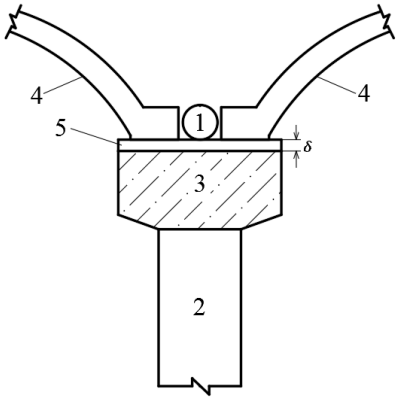


Рис 4.

Сопряжение арочных плит перекрытия с бортовым элементом и опорной колонной.

1 - резиновая прокладка, 2 – колонна, 3 – бортовой элемент, 4 – арочные плиты перекрытия 5 – фторопласт – F4 толщина $\delta = 3 - 4$мм

Проектирование подземных пешеходных переходов для сейсмических районов мало отличается от конструктивных решений для несейсмических районов. Единственным отличием является увеличение процента армирования в зависимости от расчетной сейсмичности. Расчет подпорных стен производится на активное давление грунта, а добавочное активное сейсмическое давление не учитывается, что является одной из причин обрушения переходов при многих землетрясениях.

Повреждение и разрушение пешеходных переходов происходило в основном с балочным покрытием с шириной 6, 12 м и является наиболее опасной конструкцией из-за смещения подпорных стен и большой тяжести перекрытий.

Существующие расчеты подземных переходов с учетов сейсмических сил приближены частично к расчету тоннелей и не учитывают воздействие наземного транспорта от которых идет постоянное воздействие как от землетрясения от 2 до 4 баллов в зависимости от грунтов, уровня грунтовых вод и глубины заложения основания и динамической жесткости конструкции. При этом если произойдёт землетрясение в 3-4 балла, то сооружение будет повреждено воздействию землетрясения в 7 или 8 баллов, если амплитудно-частотные характеристики сооружения совпадут с колебаниями от землетрясения.

Литература

1. Абдужабаров А.Х., Маруфий А.Т., Жалалдинов М.М. Влияние неполного контакта фундамента и основания на сейсмостойкость, транспортных сооружений. //ВЕСТНИК, КГУСТА, №3(45,II-том), Бишкек,2014. С.32-36.

2. Абдужабаров А.Х., Хасанов Н.М., Якубов А.О. Воздействие наземного транспорта на подземные пешеходные переходы и тоннели мелкого заложения //Вестник, ТТУ 2/42 - Душанбе: ТТУ, 2018.С.80-85

3. Хасанов Н.М., Абдужабаров А.Х., Тешаев У.Р. Сейсмостойкость конструкций водопропускных сооружений и подземных переходов. //Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2 (55), г. Санкт-Петербург. С.205-209.

4. Хасанов Н.М., Якубов А.О. Снижение отрицательных воздействий на подземные пешеходные переходы от транспортной и сейсмической нагрузки. // Вестник, ТТУ 2/42 - Душанбе: ТТУ, 2018.С114-117.

5. Сагдиев Х.С., Юнусалиев Э.М.Колебания грунта и сооружений при промышленных взрывах в сложных горно-геологических условиях. –Ташкент: ФАН, 2010.-160с.

6. Дорман И.Я. Сейсмостойкость транспортных тоннелей. -М.: Транпорт,1986. -175 с.

7. Ахмедов Д.Д. Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт САНИИОСП.Агентства по строительству и архитектуре при Правительстве Республики Таджикистан /Ахмедов Д.Д., Саидов Р.С., Цариненко Ю.В//Душанбе, 2018 г.

8. Атлас Таджикской ССР [Текст] / Душанбе, М.: ГУГК, 1968. - 199 с.

9. Бабаев А.М. Сейсмическое районирование Таджикистана. [Текст] / А.М. Бабаев- Душанбе: Дониш, 1978-64с.

10. Негматуллаев С.Х, Карты эпицентров землетрясений Таджикистана за 2007-2015 гг. / С.Х .Негматуллаев - Душанбе: 2015. - 196 с.

Ключевые слова: конструкция, деформация, землетрясения, повреждения, активное давление грунта, обрушения.

Keywords: design, deformation, earthquake, damage, active earth pressure, collapse.

Хасанов Н.М.- к.т.н., доцент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического университета им. М.С. Осими, khasanov.nurali@mail.ru

Якубов А.О – ассистент кафедры «Промышленные гражданское строительство» Таджикского технического университета им. М.С.Осими.

Hasanov N. M. - Ph. D., associate Professor of the Department "Underground structures, foundations"of Tajik technical University. M. S. Oshimi,khasanov.nurali@mail.ru

Yakubov A. O.- is an assistant of the Department "Industrial civil engineering"of Tajik technical University. M. S. Osimi.

Для цитирования:

Хасанов Н.М. Конструкции пешеходых переходов и причины разрушений при землетрясении / Н.М. Хасанов, А.О. Якубов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской)

конференции НАСКР-2018. Изд-воЧуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 345 - 351.

Citation:

Hasanov N. M. Determination of the most dangerous constructions for pedestrians transitions and the causes of destruction during an earthquake / N.M. Hasanov, A.O. Yakubov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 345 - 351.

УДК 624.074: 53.082.12:53.082.13

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ИНТЕГРАЛЬНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В РАБОТАХ КАФЕДРЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЧУВАШСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ УНИВЕРСИАДЫ-2019

А.Н. Плотников, С.А. Левин *, А.Г. Лукин, А.Г. Николаева, Н.В. Иванова, Н.Н. Аринина, О.С. Яковлева
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия
* ООО «СМИС-Эксперт», г. Москва, Россия

Аннотация

В статье представлены результаты проектной деятельности по ряду большепролетных спортивных зданий в части размещения и установления параметров датчиков автоматического мониторинга. Рассматривается возможность получения величины прогиба из измерения угловых перемещений пролетных конструкций, возможность использования общих принципов для распространённых конструктивных систем зданий.

PRINCIPLES OF DESIGNING SYSTEMS OF INTEGRATED AUTOMATIC MONITORING IN THE WORKS OF THE DEPARTMENT OF CONSTRUCTION STRUCTURES OF CHUVASH STATE UNIVERSITY ON THE EXAMPLE OF OBJECTS UNIVERSIADE-2019

Abstract

The article presents the results of the project activity in a number of large-span sports buildings in terms of the placement and establishment of the parameters of automatic monitoring sensors. The possibility of obtaining the magnitude of the deflection from the measurement of the angular displacements of span structures, the possibility of using general principles for common structural systems of buildings is considered.

Кафедрой строительных конструкций Чувашского госуниверситета в течение ряда лет выполнялись работы по научно-техническому сопровождению разработки специальных разделов проектной документации по автоматическому мониторингу уникальных зданий и сооружений. В основе работ был заложен принцип интегрального мониторинга, т.е. анализ каждого контролируемого параметра несущих конструкций по нескольким

косвенным характеристикам в связи с невозможностью однозначно ответить на вопрос, что явилось причиной значительной деформации того или иного элемента большой системы, какова его остаточная несущая способность и т.д.

Кафедра строительных конструкций имеет опыт обследования крупных объектов и имела опыт мониторинга, в том числе автоматизированного, защитных сооружений радиологических корпусов онкологических диспансеров в городах Йошкар-Ола, Чебоксары, Великий Новгород [1,2].

Был рассмотрен практически весть спектр известных уникальных объектов, которые имеют как общие свойства, так и ряд особенностей.

Анализировались объекты как большепролетные, так и высотные, заглубленные, мостовые: «Большая спортивная арена «Лужники», г. Москва; объекты Универсиады – 2019 в г. Красноярске: «Платинум-Арена», Дворец спорта им. И.С. Ярыгина, «Кристалл-Арена», стадион им. Ленинского комсомола; Пассажирский терминал «Домодедово-2»; Парковая зона «Зарядье» (подземная часть с паркингом на 430 машиномест); Павильон Атомной энергии на территории АО «ВДНХ»; Административный комплекс по проспекту Вернадского, вл. 10 ЗАО г. Москвы; Реконструкция дымовой трубы высотой 160 м вращающейся печи № 5 ООО «Красноярский цемент»; Мостовой переход через реку Кама у г. Камбарка на дороге «Ижевск-Сарапул-Камбарка».

В любом случае применялись измерители углов поворота – инклинометры. Как при испытании нагружением, так и при анализе эксплуатационных характеристик сооружений, деформации точки в пространстве являются самым надежным и наиболее просто получаемым показателем. Однако в отличие от линейных деформаций, прогибов и горизонтальных отклонений, которые преимущественно определяются при испытании отдельных конструкций, при мониторинге нет возможности закрепить вторую точку прибора под пролетной конструкцией или по горизонтали высотного здания. В таком случае приходится прибегать к косвенной для данной ситуации характеристике – углам поворота ферм, балок на опорах, углам поворота перекрытий и ядер жесткости высотных зданий.

Анализ данных мониторинга по комплексу инклинометров проводился рядом исследователей [3]. Была показана их достаточно высокая эффективность. Показатели чувствительности и долговременной стабильности метрологических характеристик инклинометров позволяют регистрировать практически любые деформационные изменения геометрии несущего каркаса здания, в том числе, и от температуры. В качестве основы алгоритма обработки

данных использовался корреляционный анализ приращений углов наклона. По соотношению приращений сопоставляемых величин по инклинометрам, зафиксированным на конструкции, дается вывод о характере деформаций всего каркаса здания, по ярусам.

В данной статье рассмотрен принцип выбора критических точек мониторинга в связи конструктивной системой зданий объектов «Универсиады – 2019» г. Красноярска.

У таких объектов, как «Платинум-арена» и «Кристалл-Арена» конструктивная система образована параллельно расположенными плоскими рамами или арками, объединёнными в пространственную систему горизонтальными и вертикальными связями. Опирание металлических элементов покрытия осуществляется шарнирно на железобетонные вертикальные стойки или пилоны. В частности, по «Платинум-Арена» стойки под арки монолитно связаны с конструкциями трибун. У «Кристалл-Арены» массивная часть из монолитного железобетона только центральная, все остальные конструкции решены в виде металлических рам и ферм с колоннами.

Не всегда возможно и не всегда обязательно датчики мониторинга устанавливать на каждую плоскую систему. В той, или иной степени межу ними присутствуют связующие элементы.

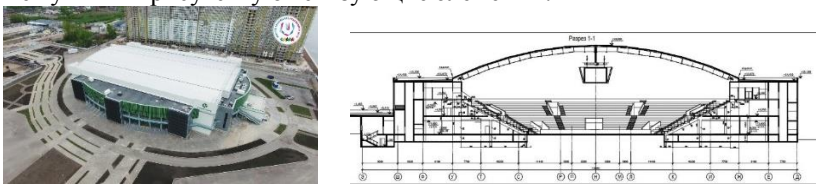


Рисунок 1. Общий вид и разрез «Платинум-Арены»

У «Платинум-Арены» железобетонные колонны плоских рам связаны монолитно с трехмерными конструкциями трибун и общим плитным ростверком в виде эллипсовидной ленты. В этом случае поворот ниже расположенной точки повлияет на поворот вышерасположенных конструкций. Поворот возможен в двух плоскостях. Основными пролетными несущими конструкциями служат стальные двухшарнирные арки, пролетом 73,91 м. Сечение арок – двутавр высотой 1200 мм.

Возможные отклонения от нормативного состояния: увеличение прогиба с уменьшением стрелы арки от превышения нагрузки на покрытие, при переходе металла в пластическую стадию работы, от ослабления болтовых соединений в шарнирах и фланцах, от смещения

верхов пилонов по горизонтали в плоскости рамы, по вертикали при неравномерной осадке опор, в плоскости и из плоскости рам.

Изменение геометрии арки с уменьшением стрелы приводит к увеличению изгибающего момента, отклонение опоры из плоскости приводит к возникновению крутящего момента, очень опасного для сечения открытого типа (двутавра). Для контроля состояния арок необходимо обеспечить постоянное измерение углов треугольника контроля, образованного характерными точками арки (рис. 2). Углы измеряются около опор. От изменения величины угла зависит величина стрелы арки и, соответственно величина усилий в ней.

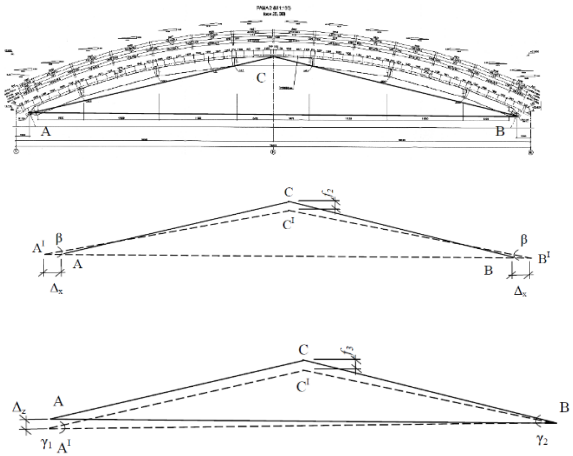


Рисунок 2. Схема деформаций условного треугольника арки

Для определения одной из причин сверхнормативных деформаций, обозначенных на рисунках, измерение угла поворота необходимо вести и вверху пилонов. Это позволит при сравнении углов арки и пилона в ближних зонах определить проявляются горизонтальные или вертикальные деформации или в комплексе.

С более жесткими железобетонными элементами – пилонами связаны менее жесткие конструкции трибун и вспомогательных помещений. Неравномерные осадки фундаментной плиты могут привести к повороту и потере общей геометрической неизменяемости элементов трибун. При этом возможно локальное воздействие на колонны, далеко отстоящих от пилонов. На элементы трибун необходимо устанавливаются группы измерителей углов поворота.

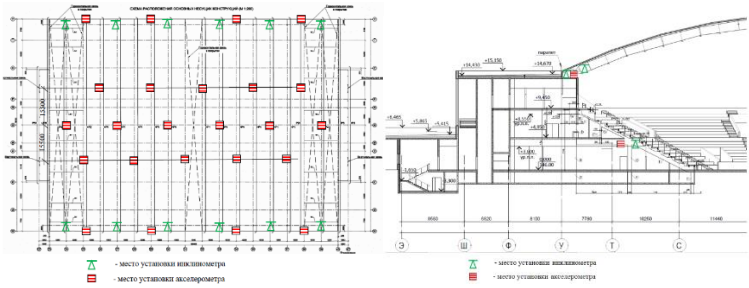


Рисунок 3. Схема расположения датчиков в покрытии и на трибунах

Инклинометры, установленные на конструкциях, возведенных от фундаментной плиты и жестко с ней связанных (рамах трибун), регистрируют самые незначительные ее деформации, а инклинометры вертикальных конструкций (пилонах) – их деформации и неравномерные осадки фундаментной плиты в период эксплуатации. Различия в величинах наклона элементов конструкции свидетельствуют о развитии локальных процессов деформации здания. От опор требуется сохранение проектного положения в течение всего периода эксплуатации с учетом небольших колебаний по расчету. Осадка опор и крен значительно влияют на напряженное состояние самой рамы и приводят к перераспределению усилий. Осадки, как правило, происходят неравномерно, вследствие этого измерение деформаций опор сводится к измерению кренов.

В статье [6] описывается процесс сопоставления данных лазерных измерений деформаций в пространстве, показаний инклинометров и тензометров при строительстве «Design Plaza Building (DPB) in Seoul, Korea». Конструкции состояли из расположенных в пространстве 118 м пролетных ферм и больших консолей, соединяемых во время строительства. Измерения с помощью тензометра показали величину напряжений не более 15% от предела текучести стали.

По таким значимым, крупным объектам, как большепролетные мосты, высотные здания, находят применение глобальные навигационные спутниковые системы (вместе с базовыми станциями) по перемещению роверной станции в измеряемой точке в сочетании с акселерометрами и инклинометрами, например, [7]. Однако спутниковая навигация может дать точность перемещения в

пространстве до нескольких сантиметров, что для деформаций несущих конструкций зачастую недостаточно.

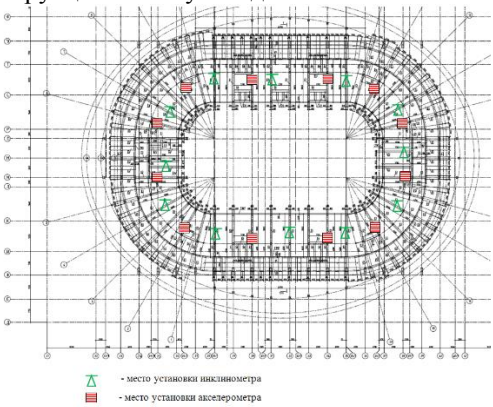


Рисунок 4. Схема расположения датчиков на трибунах (план)

Конструктивная схема здания ледовой арены «Кристалл» – каркасная. Здание имеет размеры 103х159,50 м. Рамы состоят из опорных криволинейных рам пролетом от 12,65 м до 6,34 м и ригелей пролетом от 64,54 м до 55,45 м, которые шарнирно опираются на консоли опорных рам (рис. 5).

В отличие от «Платинум-Арены» кроме углов поворота регистрируются поверхностные деформации элементов ферм и рам. Прогибы сопровождаются осевыми деформациями изгибаемых элементов и углами поворота их опорных зон (рис. 6). Несколько инклинометров, устанавливаются на несущие конструкции вверху сооружения и в зоне фундаментов. Инклинометры, установленные близко к обрезам фундаментов, регистрируют самые незначительные ее деформации, а инклинометры вертикальных конструкций - наклоны основной оси здания в период эксплуатации. Различия в величинах наклона элементов конструкции свидетельствуют о развитии локальных процессов деформации здания. От опор требуется сохранение проектного положения в течение всего периода эксплуатации. Осадка опоры и ее крен значительно влияют на напряженное состояние самой рамы, пролетов и приводят к перераспределению усилий. Осадки, как правило, происходят неравномерно, вследствие этого измерение деформаций опор сводится к измерению кренов.

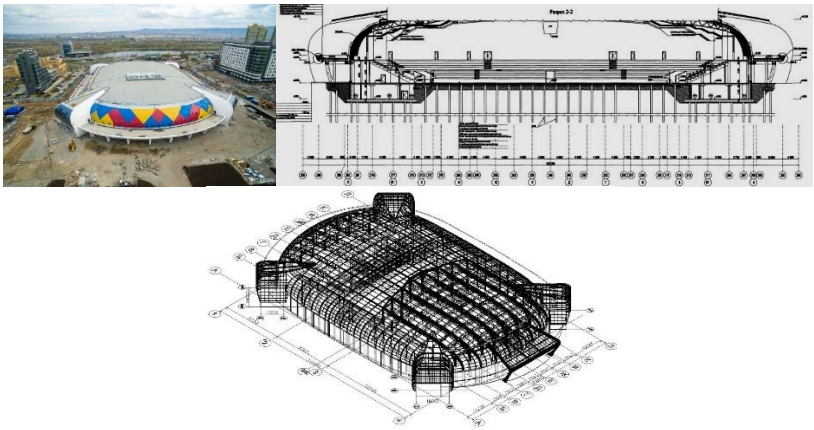


Рисунок 5. Общий вид, разрез и расчетная модель «Кристалл-Арены»

Наибольшие деформации здания от временной нагрузки ожидаются в серединах пролетов рам от снеговой и ветровой нагрузки. В серединах пролетов деформации могут быть проконтролированы по усилиям, возникающих в параллельных поясах этих ферм, измеряемых тензометрами. Значительные деформации могут возникнуть и в стропильных фермах. Кроме собственно деформаций от нагрузок интерес представляет геометрическая нелинейность покрытия, которая может привести к перераспределению усилий и потере прочности отдельных элементов, что может в свою очередь привести к прогрессирующему разрушению всего покрытия.

Эти параметры косвенно можно определить по углам поворота рам и ферм на опорах.

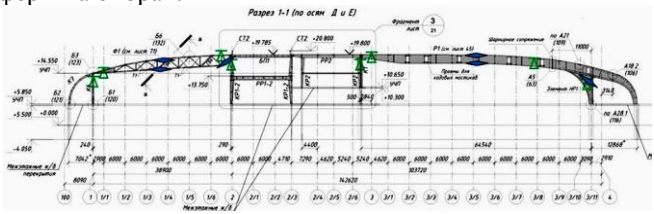


Рисунок 6. Размещение инклинометров и тензометров

Необходимо обращать внимание и на деформации плоских рам, не всегда учтенные расчетами. Это выход рамы из плоскости в результате крена фундаментов или осадки в плоскости рам, не контролируемых непосредственно датчиками (например, рис. 3). Инклинометры позволяют измерять углы поворота в двух плоскостях.

Если перемещение по вертикали получит одна из опор рамы, на которой не установлен датчик, через систему связей в покрытии боковое усилие будет приложено на раму с известными перемещениями. Анализ направлений и поворота векторов по инклинометрам даст информацию о проблемной точке всей системы. Есть смысл в этом случае построить карту векторов поворота в плане и разрезе каркаса здания.

Дворец спорта им. И. Ярыгина отличается от построенных в последнее время ледовых арен. Была проведена его реконструкция без изменения конструктивной системы, возведенной в 1981 г. В плане здание имеет сложную форму. Основной частью здания дворца спорта является многоэтажное, овальной формы в плане, сооружение, вокруг которого расположен стилобат. Габариты основного помещения в плане составляют 84 х 81 м, высота до 30 м (рис. 7). Устойчивость и жесткость строения обеспечиваются объединением ригелей и монолитных балок с колоннами и перекрытием в единую пространственную систему. Покрытие зала по форме приближается к гипару, ограниченному в плане двумя параболическими цилиндрическими поверхностями (седло). Покрытие дворца спорта образовано стальными фермами, сходящимися в хребтовой (подстропильной) конструкции (образованной двумя подстропильными фермами), опирающейся на монолитные железобетонные пилоны, контурное кольцо и колонны по периметру.

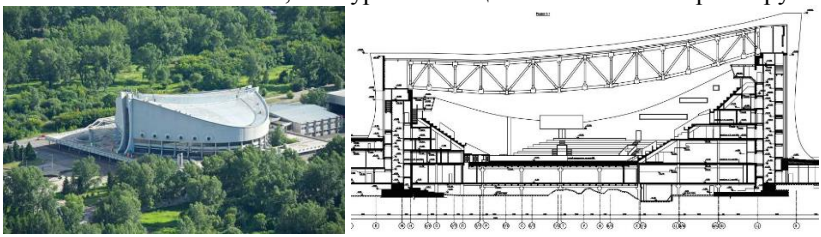


Рисунок 7. Общий вид и разрез ДС им. И. Ярыгина

Покрытие здания образовано двумя параллельными провисающими подстропильными металлическими фермами и поставленными на них арочными стропильными фермами. Систему можно классифицировать как изгибно-жесткие нити с растянутыми и распорными элементами. Стропильные фермы покрытия опираются по концам в уровне нижнего пояса шарнирно и на подстропильные фермы и на опорный контур. При этом в узле сопряжения с подстропильной фермой имеют достаточную свободу горизонтальных перемещений за счет изгиба нижнего пояса подстропильной фермы и

имеющегося между подстропильными фермами монтажного зазора. В уровне верхнего пояса стропильные фермы имеют свободу перемещения с обоих концов фермы. Поэтому, несмотря на кривизну покрытия, под нагрузкой стропильные фермы передают на опорный контур распор небольшой величины, связанный только с общим уклоном покрытия в сторону опорного контура и жесткостью нижнего пояса подстропильной фермы. В остальном они работают как обычные стропильные фермы и, несмотря на кривизну, изменение знака усилий в поясах фермы маловероятно.

Как и для плоскостных систем (рис. 3, 5), для пространственной системы по рис. 8 актуальной является алгоритмизация анализа карты векторов поворота контролируемых точек, по которой должна быть определено положение места ненормативной работы конструктивной системы.

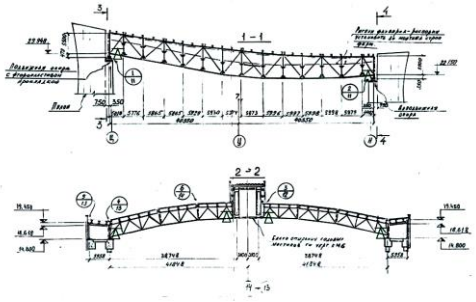


Рисунок 8. Схема расположения инклинометров

Конструкции трибун дворцов спорта и открытых стадионов имеют разную жесткость. В одном случае – это часть многоэтажной системы, образованной монолитными стенами и колоннами (БСА «Лужники», «Платинум-Арена», ДС им. И. Ярыгина), в другом случае – легкая рама (стадион им. Ленинского комсомола). В любом случае трибуны и подтрибунные пространства выполняются из железобетона. При эксплуатации необходимо оценивать изменение жесткости этих конструкций, включая трещиностойкость.

Критической величиной ригельной части монолитной рамы, свидетельствующей о наступлении предельных состояний, является прогиб. В данной ситуации измерить прогиб фактически невозможно, рекомендуется измерять углы поворота опорный частей ригельной части (рис. 9). Между ними существует связь, определяемая правилами строительной механики с поправкой на реальную величину

изгибной жесткости Bx, определенную в результате обследования сооружения.

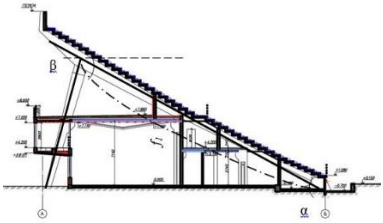


Рисунок 9. Схема расположения конструкции трибун

На левой опоре ригельной части при повороте узла рамы в целом ригель будет практически как шарнирно опертый, на правой опоре имеется сопряжение с фундаментом, опирание практически жесткое. Угол в данном случае возможно контролировать на удалении порядка ¼ пролета ригеля от опоры.

Через параметры мониторинга: углы поворота и фибровые деформации растянутой зоны железобетонных пролетных элементов возможно определение и остаточной силы обжатия для предварительно напряженных и пост-напряженных конструкций [5].

От наблюдения за динамическими характеристиками несущих конструкций требуется оценка состояния обобщенной жесткости и воздействия динамической нагрузки (пульсация ветра, транспорт, сейсмика).

Оценка статических и динамических характеристик сооружения может быть выполнена на основе анализа ее собственных значений частот, периодов и форм собственных колебаний и коэффициентов затухания. Исследуя конструкцию в ненагруженном и нагруженном состоянии, по величинам собственных частот и форм колебаний можно судить о жесткости здания в различных направлениях и его работоспособности. Как правило, определяется частота (период) первой формы собственных колебаний. Акселерометры устанавливаются с ориентацией их осей X, Y, Z по глобальным осям расчетной модели сооружения. В отечественной литературе этому посвящена работа [8].

На рассматриваемых объектах мониторинга приняты акселерометры СД-1Э с диапазоном низкого спектра, от 0,1 - 40 Гц.

В «Платинум-Арене» акселерометры размещены зонально: группой в середине пролета и в левых и правых третях через три металлические арки для контроля геометрии оси и главное – исправности фланцевых соединений и анкерных болтах; в верхней

части пилонов с шагом 25 – 30 м в плане здания как наиболее чувствительной к колебаниям зоне; на балках трибун с шагом 25 - 30 м (рис. 3).

Оперативный контроль состояния производится по частоте собственных колебаний нескольких высших форм. Наиболее опасной ситуацией является понижение собственной частоты до уровня нижней части спектра при расчетных нагрузках с учетом сезона года (зимний, летний периоды, межсезонье).

По результатам компьютерного моделирования установлено, что для «Платинум-Арены» опасным явлением для здания является ситуация с уменьшением собственной частоты колебаний ниже 0,286 Гц для первой - третьей форм колебаний. Увеличение частоты для этих форм колебаний выше 0,51 Гц свидетельствует о значительном превышении ветровой нагрузки, определенной расчетной моделью, при этом следует сопоставить эти данные с показаниями метеостанций.

Для «Кристалл-Арены» принята установка акселерометров в серединах пролетов. В области кровли ДС им. И. Ярыгина покрытие представляет собой пространственную конструкцию, однако по нижним поясам ферм покрытие работает как состоящее из стропильных и подстропильных ферм. В связи с этим их динамика регистрируется как обычных плоских ферм со связями.

Службы эксплуатации объектов неохотно идут на применение датчиков линейных деформаций (тензометров), т.к. их показания не так явно свидетельствуют о наступлении предельных состояний несущих конструкций, как инклинометры и акселерометры. Имеется отдельный положительный опыт их применения, например, описанный в [4]. На «Кристалл-Арене» удалось внедрить дополнительный контроль состояния ферм и рам с помощью тензометров, т.е. по поверхностным деформациям их элементов (рис. 6). На фермах они установлены по верхним и нижним поясам в серединах пролетов, а также на первые нисходящие раскосы ферм около опор. На рамах тензометры установлены на нижней и верхней полках двутавров в серединах пролетов рам, в опорном жестком узле рам перпендикулярно ребрам жесткости узла для фиксации величины главных растягивающих напряжений.

В результате, уникальные здания, являясь сложными в конструктивном отношении и значительными по объему контролируются интегральным методом, заключающемся в сопоставительном анализе всех доступных для измерения параметров:

угловых деформаций, собственной частоты колебаний, поверхностных деформаций несущих конструкций.

Инклинометры, установленные на конструкциях, возведенных от фундамента и жестко с ним связанных, регистрируют самые незначительные его деформации, а инклинометры вертикальных конструкций (пилоны, колонны) – их деформации и неравномерные осадки фундаментной плиты в период эксплуатации. Осадки, как правило, происходят неравномерно, вследствие этого измерение деформаций опор сводится к измерению кренов. Величина крена устанавливается по временной нагрузке. Постоянная нагрузка действует до установки инклинометров. Крен от нормативной нагрузки задан как предупреждение (желтая ограничительная линия), от расчетной нагрузки как остановка эксплуатации (красная линия).

Для ситуации полных расчетных нагрузок определены ускорения движения точек (вынужденных колебаний) в местах установки акселерометров. Более точная установка частоты колебаний нормативного состояния конструкции определяется после закрепления акселерометров в начале измерений и оценки действующей в данный момент нагрузки.

Различия в величинах наклона элементов конструкции свидетельствуют о развитии локальных процессов деформации здания. От опор требуется сохранение проектного положения в течение всего периода эксплуатации с учетом небольших колебаний в рамках величин, определенных расчетом по предельным состояниям. Осадка опор и крен значительно влияют на напряженное состояние самой рамы и приводят к перераспределению усилий.

Литература

1. Плотников А.Н., Ежов А.В., Сабанов А.И. Опыт мониторинга бескаркасных зданий при застройке территории / Архитектура. Строительство. Образование. Материалы региональной конференции. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та. 2012. – С. 82 – 87.

2. Плотников А.Н. Определение взаимовлияния деформаций изгиба и кручения железобетонного перекрестно-ребристого перекрытия при мониторинге его возведения/ А.Н. Плотников // Вестник МГСУ. № 7. 2012. С. 82 - 89.

3. Снежков, Д.Ю. Мониторинг возводимых и эксплуатируемых железобетонных конструкций неразрушающими методами / Д.Ю. Снежков, С.Н. Леонович. – Минск: БНТУ, 2016. – 331 с.

4. Грибанов Я.И., Быков А.А., Калугин А.В. Оценка напряженно-деформированного состояния металлоконструкций покрытия

спорткомплекса при запроектных нагрузках / Наука и безопасность. № 5. 2012. – с. 28 – 40.

5. Плотников А.Н., Судакова (Иванова) Н.В. Аналитический метод определения силы обжатия при обследовании железобетонных изгибаемых конструкций / Технические науки: сегодня и завтра. Тезисы докладов юбилейной итоговой научной конференции. Чебоксары: Клио. 1997. – с. 244 – 245.

6. Hyo Seon Park, Yunah Shin, Se Woon Choi, Yousok Kim. An Integrative Structural Health Monitoring System for the Local/Global Responses of a Large-Scale Irregular Building under Construction / Sensors 2013, 13. www.mdpi.com/journal/sensors

7. Xiaolin Meng, Dinh Tung Nguyen, Yilin Xie, John S. Owen , Panagiotis Psimoulis , Sean Ince , Qusen Chen, Jun Ye , Paul Bhatia. Design and Implementation of a New System for Large Bridge Monitoring—GeoSHM / Sensors 2018, 18, 775 www.mdpi.com/journal/sensors

8. Belostotsky A.M., Akimov P.A., Negrozov O.A., Petryashev N.O., Petryashev S.O., Sherbina S.V., Kalichava D.K., Kaytukov T.B. Adaptive finite-element models in structural health monitoring systems. Magazine of Civil Engineering. 2018. No. 2. Pp. 169–178. doi: 10.18720/MCE.78.14.

Ключевые слова: мониторинг, датчики, деформации, частота, большепролетные здания

Keywords: monitoring, sensors, deformations, frequency, long-span buildings

Плотников Алексей Николаевич, декан строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; plotnikovAN2010@yandex.ru; +7 (8352) 62 45 96.

Левин Сергей Андреевич, директор ООО «СМИС-Эксперт», 115230, г. Москва, Каширское шоссе, 12; smisexpert@bk.ru.

ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»:

Лукин Александр Геннадьевич, доцент кафедры строительных конструкций;

Николаева Анастасия Георгиевна, старший преподаватель кафедры строительных конструкций;

Иванова Наталия Васильевна, доцент кафедры строительных конструкций;

Аринина Надежда Николаевна, старший преподаватель кафедры строительных конструкций;

Яковлева Ольга Станиславовна, старший преподаватель кафедры строительных конструкций.

Plotnikov Alexey Nikolaevich, Dean of the Faculty of Civil Engineering, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation; plotnikovAN2010@yandex.ru; +7 (8352) 62 45 96.

Levin Sergey Andreevich, Director of "SMIS-Expert" LLC, 12, Kashirskoye, Moscow, 115230, Russian Federation; smisexpert@bk.ru

Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU):

Lukin Alexander Gennadievich., Associate Professor of the Department of Building Constructions;

Nikolaeva Anastasia Georgievna, Senior Lecturer, Department of Building Structures;

Ivanova Natalia Vasilievna, Associate Professor of the Department of Building Structures;

Arinina Nadezhda Nikolaevna. Senior Lecturer, Department of Building Constructions;

Yakovleva Olga Stanislavovna, Senior Lecturer, Department of Building Structures.

Для цитирования:

Плотников А.Н. Принципы проектирования систем интегрального автоматического мониторинга в работах кафедры строительных конструкций Чувашского госуниверситета на примере объектов Универсиады-2019/ А.Н. Плотников, С.А. Левин, А.Г. Лукин, А.Г. Николаева, Н.В. Иванова, Н.Н. Аринина, О.С. Яковлева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018.– С. 352 - 365.

Citation:

Plotnikov A.N. Principles of designing systems of integrated automatic monitoring in the works of the Department of Construction Structures of Chuvash State University on the example of objects Universiade-2019/ A.N. Plotnikov, S.A. Levin, A.G. Lukin, A.G. Nikolaeva, N.V. Ivanova, N.N. Arinina, O.S. Yakovleva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary,2018. – P. 352 - 365.

УДК 678.01:620.10

О СОХРАНЕНИИ ТРЕБУЕМОЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА В СООРУЖЕНИЯХ ИЗ ТРУБОБЕТОНА

И.И. Масленникова, А.Н. Жиренков
ФГБОУ ВО «Сургутский государственный университет», г. Сургут, Россия

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы эксплуатации трубобетонных элементов в реальных – сложных условиях внешних силовых воздействий, особое внимание уделено процессу исчерпания начальной – проектной прочности бетона в бетонном ядре приводящего к потере работоспособности всего спроектированного элемента. Предложен способ ограничения разрушения бетонного ядра во времени, основанный на фундаментальных законах механики материалов, применении высокоэффективных полимерных материалов с наполнителями и создания псевдо-шарнира.

CONSERVING THE REQUIRED OPERATIONAL RELIABILITY OF HEAVY CONCRETE IN PLASTIC CONCRETE STRUCTURES

Abstract

The article deals with the operation of pipe concrete elements in real - difficult conditions of external force impacts, special attention is paid to the process of exhaustion of the initial - design strength of concrete in a concrete core resulting in the loss of efficiency of the entire designed element. A method for limiting the destruction of a concrete core in time is proposed, based on the fundamental laws of the mechanics of materials, the use of highly effective polymeric materials with fillers and the creation of a pseudo joint.

Промышленное применение массивных железобетонных элементов в строительстве, часто выполненных на основе трубобетона относится к первой половине 20-го века, в них бетон работает в условиях трехосного-объемного напряженно - деформированного состояния (НДС): при простом либо сложном нагружении. Опыт эксплуатации таких сооружений применяемых в мостостроении, промышленности, других направлениях строительства, на протяжении вековой истории применения, свидетельствует о их надежности, однако имеются и случаи исчерпания работоспособности подобных

строений, приводящий к авариям. В настоящее время, на основе интенсивного развития научных исследований и острой необходимости в энергоресурсах, сооружается реальный объект строительства, к которому предъявляются повышенные требования по надежности эксплуатации: это плавучий энергоблок - плавучая атомная тепловая электростанция (ПАТЭС) в проливе Певек в Чаунской губе Восточно-Сибирского моря Чукотского автономного округа РФ (рис.1).

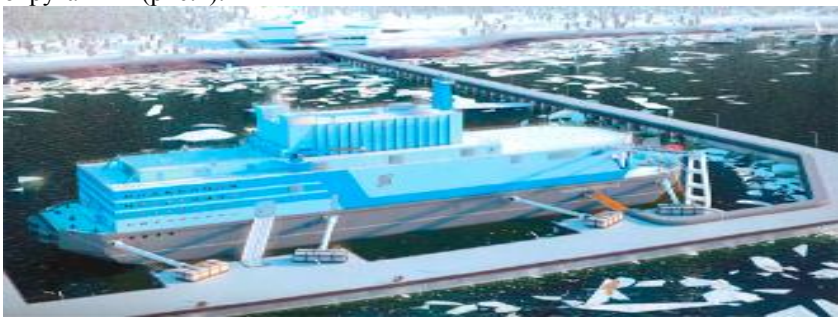


Рис.1. Плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС)

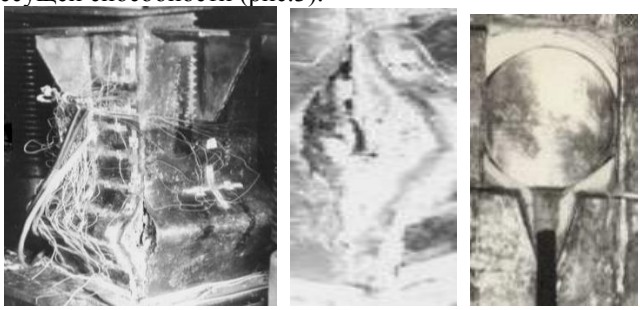
Отличительной особенностью подобных, сложных инженерных решений, имеющих высокий уровень ответственности (повышенного класса сооруженя – 1) является: необходимость обеспечения всех заданных требований нормальной эксплуатации включая и требование обеспечение удержания энергоблока на месте стоянк при экстремальных внешних воздействиях повторяемостью один раз в 10000 лет. Наиболее существенными, из внешних агрессивных факторов силовых воздействий на строения являются - ветровые [1.]. Полный учет всех внешних действующих силовых факторов воздействия на строения комплекса ПАТЭС и строения береговой зоны, работающих совместно: затруднителен. В соответствии с проектом строительства ПАТЭС в нем предусмотрена передача всех внешних силовых воздействий (от непрерывных ветровых штормовых воздействий, канатных устройств крепления станции, подводных течений и так далее), через трубобетонные элементы (ТБЭ) на дно океана. Одновременно с отмеченными выше силовыми воздействиями, платформа ПАТЭС является и причалом для морских судов, она дополнительно повышает силовые воздействия передавая их на опоры - ТБЭ, поэтому они воспринимают и вертикальные и горизонтальные воздействия вызывающие в них силы кручение элементов. Строительство станции и сооружений береговой структуры ведется в

осваиваемой, труднодоступной, малоизученной территории РФ находящейся в зоне вечной мерзлоты (рис.2.).

Рис.2. В районе Певек: глубина вечной мерзлоты более 500 м.

Сооружение подхода от береговой зоны до ПАТЭС, также передает внешние нагрузки на ТБЭ опирающиеся на дно океана, высота ТБЭ различна, она определяется рельефом дна пролива Певек, следовательно и НДС ТБЭ, у них (в поперечных сечениях) разное. Для изучения работы тяжелого бетона в подобных стесненных условиях эксплуатации (тяжелый бетон в стальной обойме: ТБЭ), мы провели экспериментальные исследования НДС ТБЭ на базе лаборатории ЧГУ.

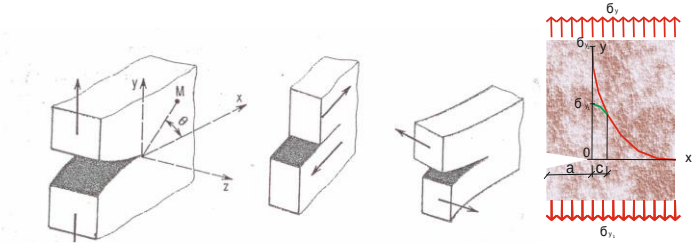
Результаты исследований позволили сделать выбор рационального сечения ТБЭ [2,3,4.]. Исследовались ТБЭ имеющие равные площади поперечного сечения как стальной трубы так и бетонного ядра, однако по форме сечения они были разными: прямоугольными, квадратными и круглыми. При изучении НДС ТБЭ в бетонное ядро мы устанавливали преобразователи давления типа ПДМ-70/11, по их показаниям определялось давление бетона на стальную оболочку при нагружении элементов вплоть до потери их несущей способности (рис.3).



ПДМ-70/11

Рис.3. Исследование НДС ТБЭ

Анализ результатов проведенных исследований показывает, что характер разрушения бетонного ядра ТБЭ различен, он зависит от формы поперечного сечения ТБЭ. Так как внутреннее давление создаваемое в бетонном ядре по направлению длинной стороны прямоугольного сечения меньше, чем по направлению короткой стороны (показания ПДМ-70/11) [2.3,4.] то и прочность бетонного ядра прямоугольного ТБЭ в целом, ниже чем элемента имеющего квадратное сечения и намного ниже чем в элементах круглого поперечного сечения. ТБЭ круглого поперечного сечения имеют большую жесткость и прочность, в сравнении с прямоугольными сечениями элементов, поэтому они имеют и большее распространение в практике строительства. Подобный феномен полного использования несущей способности бетона имеется и при проектировании высотных зданий - небоскребов в них требуемая высокая несущая способность сооружения достигается на основе передачи внешних силовых воздействий на ядро жесткости строения, обеспечивающего надежную работоспособность строения [5.] Процесс накопления микроразрушений бетона в ТБЭ, при их длительной эксплуатации снижает начальную прочность элемента, он зависит от состава бетона, условий становления новообразований при твердении бетона, уровня создаваемых в нем напряжений от нагрузок, времени их действия, температуры и других факторов. Снижение прочности бетона, при раскрытии и росте трещин, осуществляется тремя основными путями (рис.4): отрыва (рис. 4а), сдвига или скола (рис. 4б), сдвига или раздира (рис. 4в). [6.] График 4г показывает распределение напряжений – б в зоне наибольших растягивающих усилий вызывающих образование трещин.



а. б. в. г.

Рис.4. Причины разрушения бетона в бетонном ядре ТБЭ

Тяжелый бетон относится к неоднородным материалом, при наличии внутренних напряжений его макрооднородное поле напряжений становится микронеоднородным: в слабых местах

структуры вознекает концентрация напряжений в окрестности любого дефекта, приводящая к появлению и развитию микротрещин – очагов разрушения. Для сохранения прочности и долговечности ТБЭ необходимо выявить зону возможной концентрации внутренних напряжений в ТБЭ и принять меры по сохранению стабильного состояния бетона в бетонном ядре при нагружении. Концентрацию внутренних напряжений в бетоном ядре в различных точках объема ТБЭ имеющего различную форму сечения можно определить на основе рассмотрения условий двухосного напряженного состояния (частного случая плоского напряженного состояния), используя способ графического построения предложенный Отто Мором [7.]. В случае расчета ТБЭ круглого поперечного сечения, таким образом, достаточно просто определяются напряжения на произвольной наклонной плоскости, главные напряжения и максимальные касательные напряжения. Рост касательных напряжений вдоль плоскостей, на которых касательные напряжения имеют максимальные значения приводит к разрушению материала по линиям В.Людерса, Г. Пьобера В случае закручивания бетонного ядра ТБЭ касательные напряжения направлены по касательной к контуру, функция напряжения на контуре постоянна. Если бетонное ядро ТБЭ имеет эллиптическое поперечного сечения, то максимальное касательное напряжение имеет место на концах малой оси элипса [7.], там возможно первоначальное образование магистральной трещин разрушения в бетоном ядре, развитой вдоль продольной оси ТБЭ по линиям В.Людерса, Г. Пьобера. Интенсивное накопление объема деформаций разрушения бетона происходит на поверхности контакта бетонного ядра ТБЭ с стальной трубой, в зоне $\tau_{max.}$ При внешних эксплуатационных воздействиях на ТБЭ, работа бетона в трубе строго не подчиняется закону Гука так как он обладает неупругими - вязкоупругопластическими свойствами (рис.5.). Диаграмма зависимости касательного напряжения от угла сдвига в нем, при этом имеет криволинейный характер (рис.5а, рис.5б.)

.)

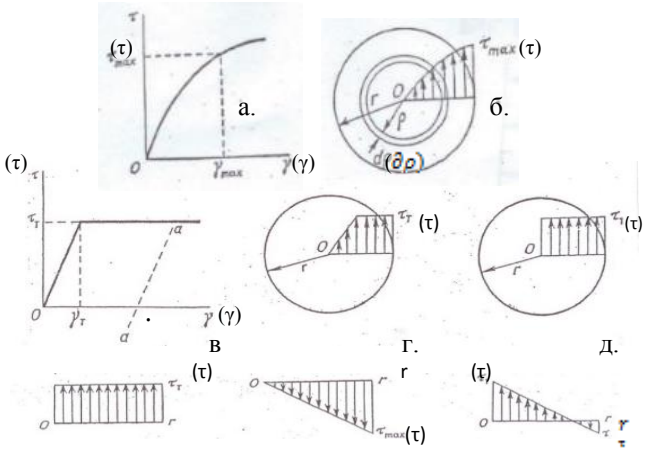


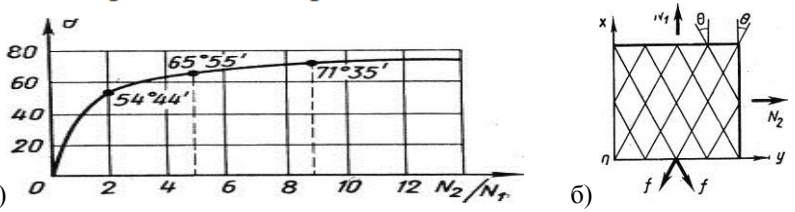
Рис.5. Последовательность изменения НДС ТБЭ при их эксплуатации

Здесь (рис.5): а. Диаграмма зависимости касательного напряжения τ от угла сдвига γ вызванная кручением ТБЭ относительно вертикальной оси. *б.* Зависимость изменение τ-касательных напряжений в произвольной точке поперечного сечения элемента в зависимости от угла его сдвига $\partial\rho$ при кручении. На рис. 5 в, г, д. наблюдается: изменение внутренних касательных напряжений в сечении ТБЭ вызванных кручением. До достижения τ - максимальных значений на внешнем контуре ядра устанавливаются напряжения $\tau_{max,}= \tau_r$, бетонное ядро работает преимущественно в упругой стадии (5 б, в), затем деформации изменяются, распространяясь внутрь сечения (5 г, 5 д.). Ниже, под рис.5в, 5г, 5в приводятся эпюры изменения τ – касательных напряжений по ρ – радиусу сечения ТБЭ, которые соответствуют τ в зависимости от γ (рис.5в) и $\boldsymbol{\rho}$ (рис.5г. и 5д.). В ядре накапливаются остаточные напряжения, они могут менять знак при кручении элемента, Поэтому зона примыкания бетонного ядра к стальной оболочке это зона опасности, особой ответственности: там возможно либо раздавливание бетона либо интенсивное трещинообразование. Наступление периода начала разрушения бетона в бетонном ядре можно прогнозировать исходя из величины крутящего момента Т. Если его значение известно то можно найти максимальное касательное напряжение и полный. угол закручивания φ по формулам: $\tau_{max} = \frac{Tr}{J}$; $\varphi = \frac{TL}{GJ}$, где для круга радиусом r

значение полярного момента инерции $J=\frac{\pi r^4}{2}=\frac{\pi d^4}{32}$, $T_{крутящий\ момент}=G*\theta*J$, Здесь: G – модуль упругости материала при сдвиге, $\theta_{угол\ закручивания}=\frac{T}{GJ}$. Определив эти величины можно принять меры по усилению зоны развития разрушения бетонного ядра расположенного в зоне контакта с стальной оболочкой где τ достигают значений $\tau_{max,}=\tau_{r,}$ Установленная выше зона необходимого усиления ТБЭ может быть выполнена на основе материала из полимера с стеклонаполнителем. В нем связующим материалом являются полиэфирные, фенольные, эпоксидные, кремнийорганические смолы и их модификации. В качестве стеклонаполнителя могут быть нити, ленты, жгуты и тканевые стекломатериалы [9]. Целесообразность данного выбора и в том, что в РФ рынок подобных композитов низкий, однако возможности изготовления таких материалов высокие: в Чувашии освоен выпуск подобных изделий. В настоящее время компания «Гален» (Чувашия) успешно реализует свою продукцию в альянсе-компаний «Кемерок» (Индия) и «Топ Гласс» (Италия) в направлениях аэрокосмичесом, оборонной, железнодорожной, нефтегазовой, строительной, судостроительной и в многих других отраслях. Предлогаемая для усиления ТБЭ стеклопластиковая оболочка, повторяет внутреннее очертание стальной трубы., она должна устанавливаться внутри элемента, там где значения касательных напряжений достигают значений $\tau_{max.}$ Оболочка, представляет собой анизотропную конструкцию, степень и характер анизотропий которой определяется положением и мощностью армирующих элементов. Особенно важной является возможность регулировать характер анизотропии в процессе образования оболочки. Появляется возможность поиска оптимальной структуры слоистого пластика в оболочке. Оптимальным будет тот материал, в котором анизотропия упругих свойств наиболее выгодно соответствует напряженному состоянию оболочки, работающей совместно с бетоном, после набора им требуемой - проектной прочности. Расчет стеклопластиковой оболочки, в виде сетки, предусматривает выбор угла наклона ее армирующих элементов-стеклонаполнителей он должен совпадать с касательными напряжениями в бетонном ядре то есть с $\tau_{max.}$ Накопление τ_{max} приводит к росту НДС и последующему развитию магистральных трещин разрушения в бетонном ядре ТБЭ по линиям В.Людерса, Г. Пьобера. Так как восприятие создаваемых внутренних напряжений в оболочке пропорционально модулям упругости входящих в него

компонетов и объемному содержанию их в материале, то в случае стеклопластика для стекла Е= 7000 МПа, для смол Е =300...700 МПа; при объеме связующего около 30%, участие смолы в работе составляет е = 2..4% поэтому усилия в стеклопластиковой оболочке в основном воспринимаются стеклонаполнителем, в этом случае участием связующего можно пренебречь, предполагается: усилия от касательных напряжений бетонного ядра ТБЭ, воспринимаются лишь стеклонаполнителем. При определении оптимального угла намотки стеклонаполнителя, без участия связующего для элемента круговой цилиндрической оболочки, можно исходить из формул определения N_1 и N_2 из соотношения которых, по графику а (рис. 6.) [9.], определяется и угол наклона стеклонаполнителя.

$$N_1 = \frac{h}{2} fn\cos^2\theta;\ N_2 = \frac{h}{2} fn\sin^2\theta$$



а) б)

Рисунок 6. График соотношения угла намотки **Θ** и отношения N_2/N_1

Определение усилий в стеклопластиковых нитях Исходя из соотношения значений $N_2/N_{1,,}$ по графику, определяется оптимальный угол β усиления ТБЭ, оболочки.

Путем снижения сдвигающих-касательных напряжений в зоне контакта бетонное ядро – стальная оболочка также может быть устройство псевдо шарнира между бетонным ядром и стальной трубой, путем фторопластового напыления внутренней поверхности трубы, до бетонирования элемента.

Подобное решение, в настоящее время, широко применяется в системах нефтяных и газовых проводах.

Литература

1. Ефремова И. И., Жиренков А. Н., Архитектурные решения эксклюзивных сооружений и их адаптация на Севере РФ // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Север России: стратеги и перспективы развития», г.Сургут, 2016 г.- С.83- 86.

2. Жиренков А.Н. Исследование напряженно-деформированного состояния элементов оборудования из железобетона. Трубобетонные

элементы круглого, квадратного и прямоугольного сечения. Отчет о научно-исследовательской работе. Чувашский государственный университет. Чебоксары. 1987 г.

3. Жиренков А.Н. Исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) трубобетонных элементов различного поперечного сечения в условиях объёмного сжатия. / А.Н. Жиренков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы V Всероссийской конференции НАСКР–2005. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2005. – 336 с.

4. Жиренков А.Н., Е.А.Демина, Р.О.Красновский Математическое моделирование работы трубобетонных элементов при центральном сжатии. Материалы 1-й Международной конференции «Новое в проектировании строительных конструкций» Чебоксары: 2012

5. Проектирование современных высотных зданий / под ред. Сюй Пэйфу: Пер. с китайского.- М.: Изд-во АСВ, 2008,- 469 с.

6. Бартенев Г.М.Прочность и механизм разрушения полимеров.- М.:Химия, 1984.-280 с.,ил.

7. С.П.Тимошеннко, Дж..Гере Механика материалов Изд-во «Мир» Москва 1976 (с.549) Приложения: с.656

8. Жиренков А.Н. Деформирование и прочность обычного тяжелого бетона при сложном напряженном состоянии:дис. канд. техн. наук.- М., 2009.

9. Колкунов Н. В. Основы расчета упругих оболочек: Учеб. пособие для строит. спец. вузов .— 3-е изд., перераб. и доп.—М.: Высш. шк., 1987. — 256 с.; ил.

Ключевые слова: плавучий энергоблок, океан, вечная мерзлота, трубобетон, механика материалов, напряжение, полимер, стеклонаполнитель, оболочка.

Keywords: floating power unit, ocean, permafrost, pipe concrete, material mechanics, tension, polymer, glass filler, sheath.

Масленникова Ирина Игоревна – специалист строитель, Нижегородский архитектурно-строительный университет

Жиренков Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры строительных технологий и конструкций. Сургутский государственный университет, girenkov_an@surgu.ru

Maslennikova Irina Igorevna - specialist builder, Nizhny Novgorod Architecture and Civil Engineering University

Zhirenkov Alexander Nikolaevich - candidate of technical sciences, associate professor of the department of construction technologies and structures. Surgut State University, girenkov_an@surgu.ru

Для цитирования.

Жиренков А.Н. О сохранении требуемой эксплуатационной надежности тяжелого бетона в сооружениях из трубобетона / И.И.Масленникова, А.Н. Жиренков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской конференции) «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции (НАСКР- 2018)». Изд-во Чуваш. Ун-та, г.Чебоксары.2018.- С. 366 - 375.

Citation:

Zhirenkov A.N. On maintaining the required operational reliability of heavy concrete in structures from pipe-concrete / I.I. Maslennikova, A.N. Zhirenkov // New in Architecture, Design of Building Structures and Reconstruction: Materials of the IV International (X All-Russian Conference) "New in Architecture, Designing of Building Structures and Reconstruction (NASKR-2018)". Chuvash Publishing House. Un-ta, Cheboksary 2018.- P. 366 - 375.

ГЕОТЕХНИКА, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 622.016

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБДЕЛОК ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ТОННЕЛЕЙ, СООРУЖЕННЫХ ВБЛИЗИ СКЛОНА

С.В. Анциферов, А.В. Фомин
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Аннотация

С использованием разработанного аналитического метода расчета определено напряженное состояние монолитных бетонных обделок параллельных тоннелей, сооруженных закрытым способом вблизи склона. Приводятся примеры расчета.

STRESS STATE OF THE LINES OF PARALLEL TUNNELS CONSTRUCTED NEAR THE SLOPE

Abstract

Using the developed analytical method of calculation, the stress state of the monolithic concrete linings of parallel tunnels constructed by the closed method near the slope was determined. Examples of calculation are given.

Строительство крупных объектов различного назначения в ряде случаев требует необходимости создания комплексов параллельных выработок в непосредственной близости от земной поверхности, имеющей определенный угол наклона к горизонту.

На рис. 1 приведен внешний вид порталов двух параллельных автодорожных тоннелей, сооруженных в Италии вблизи склона.

При проектировании подобных объектов необходим учет деформационных характеристик вмещающего массива пород и материала крепи обделок, глубины заложения и размеров поперечного сечения тоннелей, а также их взаимное расположение и угол наклона земной поверхности, которые влияют на напряженное состояние подземных конструкций.

В практике проектирования подземных сооружений различного назначения в России и за рубежом используются разработанные в Тульском государственном университете (ТулГУ) аналитические методы расчета обделок как одиночных, так и близко расположенных параллельных тоннелей глубокого и мелкого заложения [1 - 3].

В данной работе теоретические положения, положенные в основу методов расчета обделок тоннелей кругового очертания, пройденных закрытым способом вблизи наклонной земной поверхности и не

испытывающих влияния других подземных сооружений [4 - 6], были развиты на случай определения напряженного состояния обделок близко расположенных параллельных выработок круглого поперечного сечения с учетом влияния угла наклона земной поверхности.

Рис. 1. Порталы тоннелей, сооруженных вблизи склона

Предлагаемый метод базируется на современных представлениях геомеханики и механики подземных сооружений о совместной работе подземных конструкций и окружающего массива пород как элементов единой деформируемой системы [1]. Это позволило при разработке метода использовать решение соответствующей плоской задачи теории упругости, расчетная схема которой учитывает количество выработок, их взаимное расположение и размеры поперечных сечений; угол наклона поверхности к горизонту; глубину заложения каждой выработки относительно поверхности; толщину крепи и деформационные характеристики материала крепи; поле начальных напряжений в массиве, обусловленных собственным весом пород, а также при необходимости реологические свойства массива пород [7], очередность сооружения выработок и отставание возведения обделок от забоя в каждой из выработок [3].

Расчетная схема задачи теории упругости представлена на рис. 2.

На схеме полубесконечная весомая линейно деформируемая однородная среда S_0 с объемным весом γ, модулем деформации E_0, коэффициентом Пуассона ν_0, моделирующая массив пород, ограничена прямой $L_0^{'}$, образующей угол β с горизонталью и контурами $L_{0,m}$ $(m=1,...,N)$ конечного числа N отверстий

радиусами $R_{0,m}$. Центры отверстий расположены в точках $z_m^{'}$ с координатами $(x_m^{'}; y_m^{'})$ $(m=1,...,N)$ в прямоугольной системе координат $X^{'}OY^{'}$. Каждое из отверстий подкреплено кольцом S_m $(m=1,...,N)$ с внутренним контуром $L_{1,m}$ радиусом $R_{1,m}$, моделирующим обделку тоннеля. Материалы колец S_m имеют деформационные характеристики E_m, ν_m. Весом обделок по сравнению с весом массива пород пренебрегаем. Среда S_0 и кольца S_m деформируются совместно, т.е. на линиях контакта $L_{0,m}$ $(m=1,...,N)$ выполняются условия непрерывности векторов полных напряжений и перемещений.

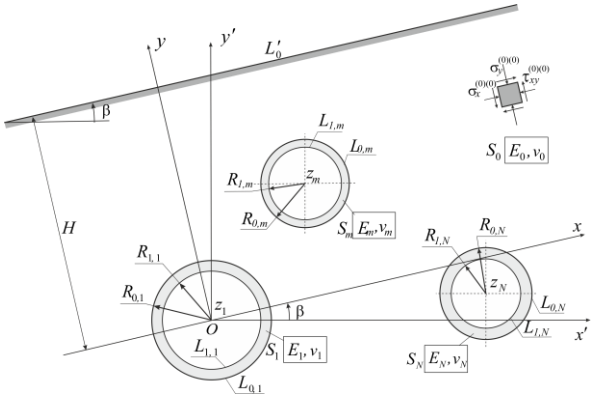


Рис. 2. Расчетная схема задачи

Гравитационные силы в среде S_0 моделируются соответствующим полем начальных напряжений, компоненты которого определяются из решения системы уравнений равновесия [8].

Граница полуплоскости $L_0^{'}$ и внутренние контуры $L_{1,m}$ $(m=1,...,N)$ колец свободны от действия внешних сил.

Решение задачи теории упругости получено с использованием аппарата теории аналитических функций комплексного переменного, предусматривающей использование комплексных потенциалов

Колосова-Мусхелишвили, связанных с напряжениями и смещениями в точках рассматриваемых областей известными формулами [9].

Применение метода Арамановича И.Г. [10], развитого и успешно примененного в работах [2 - 6], позволило решение исходной задачи свести к итерационному процессу решения задачи о напряженном состоянии кольца, подкрепляющего одно круговое отверстие в полной плоскости при граничных условиях, содержащих дополнительные члены, отвечающие за влияние соседних подкрепленных отверстий и наклонной границы.

Аналитическое решение задачи реализовано в виде метода расчета и компьютерной программы. Ниже приведены результаты расчетов монолитных обделок двух параллельных тоннелей, расчетная схема которых приведена на рис. 3.

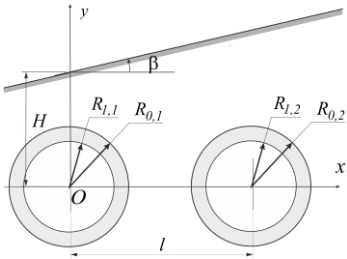


Рис. 3. Поперечное сечение тоннелей

Исходные данные:

$E_0 = 1000\ МПа$, $\nu_0 = 0{,}35$,

$\gamma = 0{,}022\ МН/м^3$, $\lambda = 0{,}53$;

$H = 9\ м$; $l = 9\ м$;

$R_{0,1} = R_{0,2} = 3{,}0\ м$,

$R_{l,1} = R_{l,2} = 2{,}7\ м$,

$E_1 = E_2 = 27000\ МПа$,

$\nu_1 = \nu_2 = 0{,}2$.

На рис. 4 приведены эпюры нормальных тангенциальных напряжений $\sigma_\theta, МПа$, возникающих на наружном и внутреннем контурах поперечного сечения обделки левого тоннелей при горизонтальной земной поверхности.

Представленные результаты справедливы с учетом осевой симметрии для правого тоннеля.

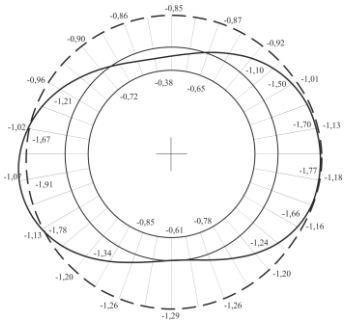


Рис. 4. Напряжения на наружном (пунктирная линия) и внутреннем (сплошная линия) контурах обделки левого тоннеля при $\beta = 0°$

На рис. 5 а, б приведены эпюры напряжений $\sigma_\theta, МПа$, возникающих в точках наружного и внутреннего контуров

поперечного сечения обделок тоннелей, сооруженных вблизи склона с преобладающим углом наклона $\beta = 30°$.

Как следует из эпюр напряжений, изображенных на рис. 4, 5, наличие наклонной земной поверхности приводит к существенному перераспределению напряжений в подземных конструкциях.

Таким образом, компьютерная программа, реализующая разработанный метод расчета, позволяет выполнять многовариантные расчеты для оценки напряженного состояния обделок близко расположенных параллельных тоннелей круглого поперечного сечения, сооруженных закрытым способом в непосредственной близости от наклонной земной поверхности.

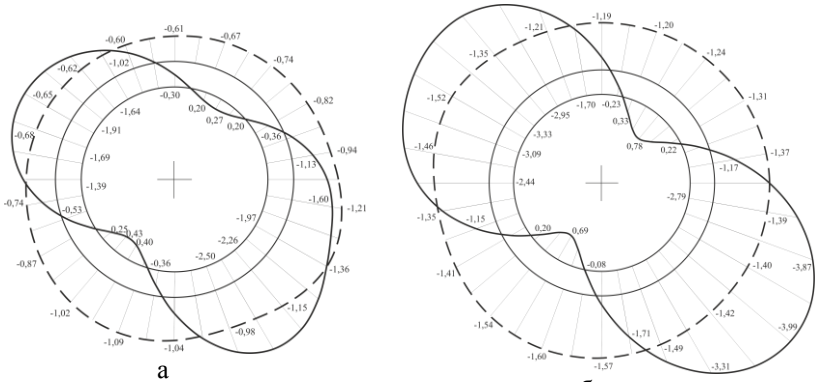


Рис. 5. Напряжения на наружном (пунктирные линии) и внутреннем (сплошные линии) контурах обделок тоннелей: а – левого; б - правого при $\beta = 30°$

Приведенные результаты расчета соответствуют случаю возведения обделок непосредственно в забое тоннеля, что соответствует в определенной мере щитовому способу проходки, и не учитывают последовательность сооружения тоннелей.

Литература

1. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений: учебник для вузов. - М.: Недра, 1994. - 382 с.

2. Фотиева Н.Н., Анциферова Л.Н. Расчет многослойных обделок тоннелей мелкого заложения // Механика подземных сооружений. 1997. Сб. научн. трудов. ТулГУ. - Тула. С. 9 - 25.

3. Анциферов С.В. Метод расчета многослойных обделок параллельных тоннелей кругового поперечного сечения мелкого заложения: монография. – Тула: ТулГУ, 2014. – 298 с.

4. Корнеева Н.Н. Расчет обделок тоннелей, сооружаемых вблизи склонов, на действие собственного веса пород// Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2000. - №10. М.: МГГУ. С. 106 – 109.

5. Саммаль А.С., Князева С.В. Расчет многослойной обделки тоннеля, сооружаемого вблизи склона на действие собственного веса пород// Известия ТулГУ. Серия «Геомеханика. Механика подземных сооружений». – 2004. – Вып. 2. – С. 3-11.

6. Анциферов С.В., Копылов А.Б., Залесский К.Е., Фомин А.В. Определение зон неупругих деформаций грунта вокруг выработок неглубокого заложения// Транспортное строительство. 2016. №12. – С. 19 – 21.

7. Амусин Б.З., Линьков А.М. Об использовании метода переменных модулей для решения одного класса задач линейной наследственной ползучести// Известия АН СССР. Механика твердого тела. – 1974. – №6. – С. 162 - 166.

8. Тер-Мартиросян З.Г. Механика грунтов/ Учебное пособие. – М.: Изд. Ассоциации строительных вузов, 2005. – 488 с.

9. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. – М.: Наука, 1966. – 707 с.

10. Араманович И.Г. О распределении напряжений в упругой полуплоскости, ослабленной подкрепленным круговым отверстием// Докл. АН СССР. - М., 1955. - Т. 104. - №3. - С. 372 - 375.

Ключевые слова: метод расчета, напряженное состояние, обделка, тоннель, собственный вес пород, склон

Keywords: design method, state of stress, lining, tunnel, rock weight, slope

Анциферов С.В., д.т.н., доц., зав. каф. механики материалов, Тульский государственный университет, antsser@mail.ru

Фомин А.В., аспирант, Тульский государственный университет, favr_93@mail.ru

Antsiferov S.V., Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Head of the Department of Mechanics of Materials, Tula State University (TSU), antsser@mail.ru

Fomin A.V., post-graduate student of the Department of Mechanics of Materials, Tula State University (TSU), favr_93@mail.ru

Для цитирования:

Анциферов С.В. Напряженное состояние обделок параллельных тоннелей, сооруженных вблизи склона / С.В. Анциферов, А.В. Фомин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 377 - 383.

Citation:

Antsiferov S.V. Stress state of the lines of parallel tunnels constructed near the slope / S.V. Antsiferov, A.V. Fomin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 377 - 383.

УДК 624.15

ЭФФЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЩЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ

В.Е. Глушков, А.В. Глушков
Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

Представлены результаты экспериментальных исследований взаимодействия моделей щелевых фундаментов с основанием. Проведен анализ факторов конструктивных особенностей эффективных конструкций щелевых фундаментов, влияющих на их несущую способность и осадки. Статья предназначена для специалистов в области промышленного и гражданского строительства и инженеров-геотехников.

EFFECTIVE CONSTRUCTIONS OF THE SLOTTED FOUNDATIONS

Abstract

The experimental studies results of the interaction of slotted foundations models with the base are presented. The analysis of the of the design features of efficient structures of slotted foundations, affecting their beating capacity and settlements. The article is intended for specialists in the field of industrial and civil construction and geotechnical engineers..

Щелевые фундаменты изготавливаются в узких глубоких прорезях, выполняемых в основании, с последующим их заполнением бетоном в распор. Особенности щелевых фундаментов заключаются в следующем:

– требуют минимального объема земляных и опалубочных работ, выполняются из общего котлована под здание с отметки пола подвала;

– нагрузки, передаваемые на щелевой фундамент, воспринимаются трением по боковой поверхности и работой острия (нижней части);

– характеризуются повышенной удельной несущей способностью в результате включения в работу большего объема грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью;

– хорошо работают на действие вертикальных, горизонтальных и моментных нагрузок;

– имеют простую технологию производства работ нулевого цикла без применения специального нестандартного оборудования.

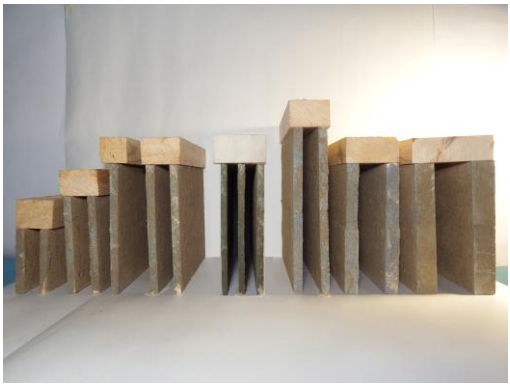


Рис. 1. Опытные модели щелевых фундаментов

Для исследования взаимодействия щелевых фундаментов с основанием проведены модельные эксперименты в грунтовом лотке размерами 2,5×2,0×0,25 м с прозрачной вертикальной стенкой. В качестве грунтового основания использовался песок мелкий, рыхлый. Опытные модели щелевых фундамент представлены на рис. 1. На вертикальные стенки устанавливалась опорная плита – ростверк.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено влияние длины стенки h, толщины стенки δ, количества стенок на несущую способность и осадки S одно-, двух- и трехщелевых фундаментов (рис. 2, 3, 4).

В процессе выполнения опытов зафиксированы послойные перемещения грунта в основании фундаментов, деформации грунта в активной зоне.

В двух- и трехщелевом фундаменте вертикальные стенки и грунт, заключенный между стенками фундамента можно рассматривать как фундамент на естественном основании глубиной h, работающий за счет передачи давления по подошве и трения грунта по боковой поверхности фундамента.

Выполнение щелей методом вытрамбовывания позволяет создать уплотненную зону вокруг вертикальных стенок и существенно повысить несущую способность фундамента (рис. 5).

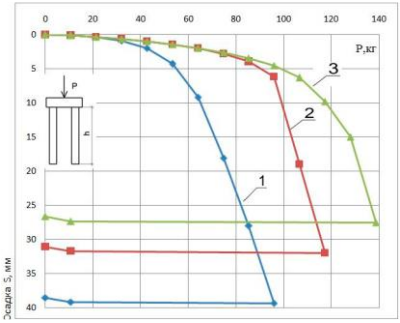


Рис. 2. Зависимость осадки *S* двухщелевого фундамента от длины стенки *h*: 1 – *h*=10 см; 2 – *h*=15 см; 3 – *h*=20 см

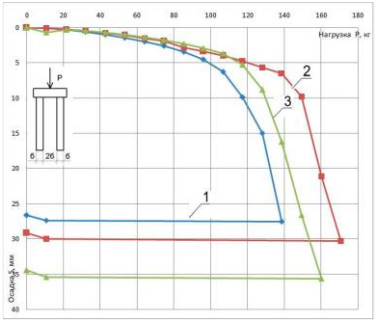


Рис. 3. Зависимость осадки *S* двухщелевого фундамента от толщины стенки δ: 1 – δ=12 мм; 2 – δ=20 мм; 3 – δ=30 мм

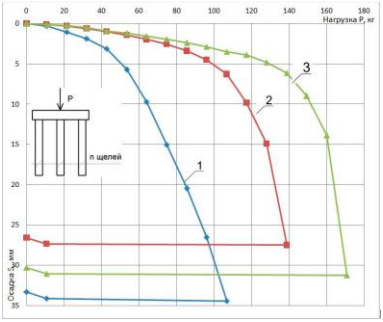


Рис. 4. Зависимость осадки *S* щелевого фундамента от количества стенок: 1 – 1 щ.ф.; 2 – 2 щ.ф.; 3 – 3 щ.ф.

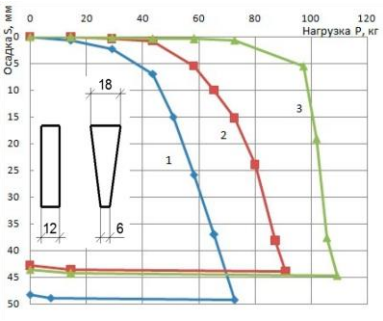


Рис. 5. Влияние эффекта уплотнения грунта осадку *S* щелевого фундамента: 1 – без уплотения; 2 – с вытрамбовыванием прямоугольной формы; 3 – с вытрабовыванием конусной формы

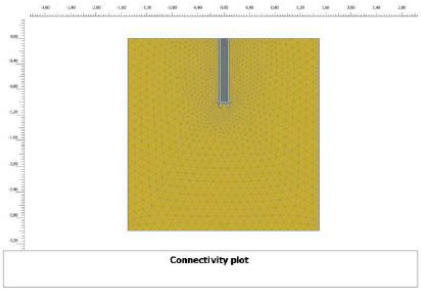


Рис. 6. Расчетная схема МКЭ «однощелевой фундамент – основание»

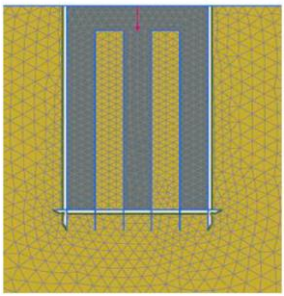
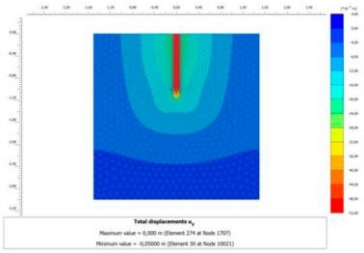
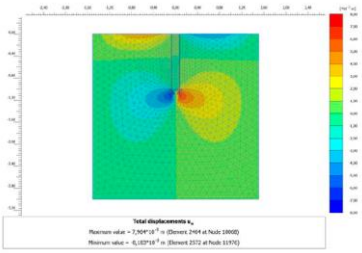


Рис. 7. Расчетная схема МКЭ трехщелевого фундамента

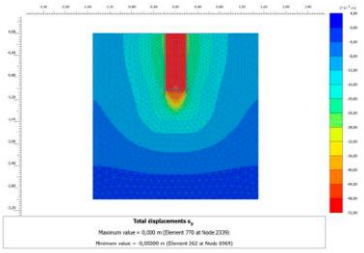
а)



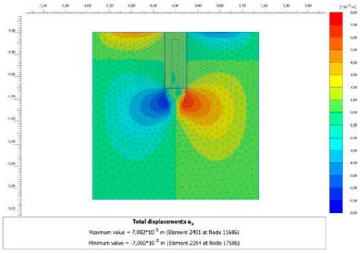
б)



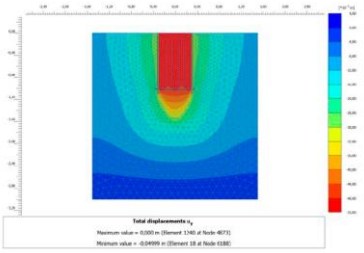
в)



г)



д)



е)

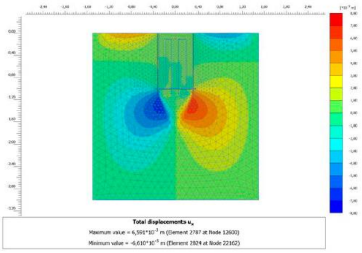


Рис. 8. Изолинии вертикальных (а), (в), (д) и горизонтальных (б), (г), (е) перемещений в основании одно-, двух- и трехщелевого фундамента

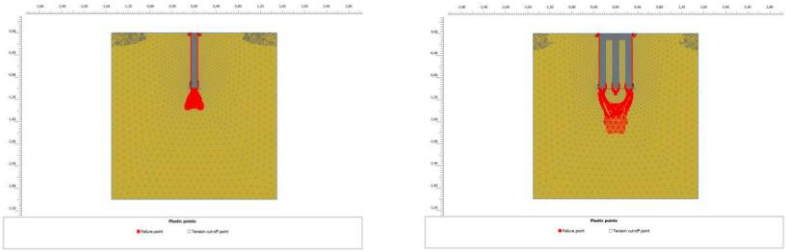


Рис. 9. Распределение зон пластических деформаций
в основании одно- и трехщелевого фундамента при *S*=50 мм

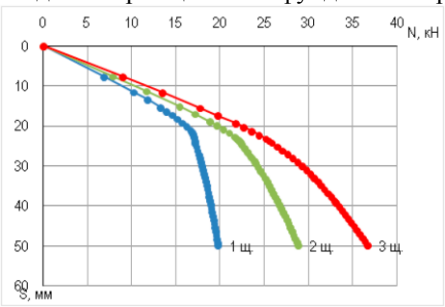


Рис. 10. Зависимость осадки от нагрузки *S=f(N)*:
1 – одно-, 2 – двух-, 3 – трехщелевого фундамента

Использование щелевых фундаментов по сравнению с типовыми решениями позволяет снизить материалоемкость в 1,2-1,5 раза, трудозатраты и сроки выполнения работ в 1,5-2,0 раза, уменьшить объем земляных работ в 5-10 раз.

Литература

1. Effective structures of tamped foundations of frame buildings / L. Bartolomey, A. Glushkov, V. Glushkov // XV International conference “Topical problems of architecture, civil engineering, energy efficiency and ecology – 2016”. Tyumen: EDP Sciences. DOI: 10.1051/matecconf/20167301026.

2. Сорочан Е.А. Опыт применения щелевых фундаментов мелкого заложения / Е.А. Сорочан, В.Я. Шишкин, В.А. Ковалев // Основания, фундаменты и механика грунтов. М. 2011. №1. с. 2-5.

3. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. М. 2016.

4. Сорочан Е.А. Фундаменты промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1986.

5. Сорочан Е.А. Исследование работы щелевых фундаментов / Е.А. Сорочан, Р.Г. Ревозашвили // ОФМГ. М. 1992. №5.
6. Павлов В.В. Щелевые фундаменты промышленных и гражданских зданий на среднем Урале / В.В. Павлов, К.П. Кацов, М.Н. Смородинов // ОФМГ. М. 1992. №5. с. 8-10.
7. Сорочан Е.А. Устройство щелевых фундаментов мелкого заложения / Е.А. Сорочан, В.А. Ковалев // Механизация строительства. М. 2006. №3.

Ключевые слова: щелевые фундаменты, форма фундаментов, напряженно-деформированное состояние основания, геотехника, метод конечных элементов.

Key words: slotted foundations, effective form, soil stress-strain state, geotechnics, finite element method.

Глушков Вячеслав Евгеньевич, канд. техн. наук, доцент каф. строительных конструкций и водоснабжения Поволжского ГТУ; e-mail: 256289@mail.ru.
Глушков Алексей Вячеславович, канд. техн. наук, доцент каф. строительных конструкций и водоснабжения Поволжского ГТУ; e-mail: glushkovav@volgatech.net.

Glushkov Vyacheslav Evgenyevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Building Structures and Water Supply, Volga State University of Technology; e-mail: 256289@mail.ru.
Glushkov Alexey Vyasheslavovich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Building Structures and Water, Volga State University of Technology; e-mail: glushkovav@volgatech.net.

Для цитирования:
Глушков В.Е. Эффективные конструкции щелевых фундаментов / В.Е. Глушков, А.В. Глушков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 384 - 390.

Citation:

Glushkov V. E. Effective constructions of the slotted foundations / V.E. Glushkov, A.V. Glushkov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 384 - 390.

УДК 622.28

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБДЕЛОК ТОННЕЛЕЙ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ ОТ ВЕСА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В.Г. Дворянкин, С.В. Анциферов, О.А. Тормышева
Тульский государственный университет, Тула, Россия

Аннотация

Разработан аналитический метод расчета монолитной крепи горных выработок на действие веса находящегося внутри них технологического оборудования. Метод реализован в виде компьютерной программы, позволяющей уточнять известные и устанавливать новые закономерности формирования напряженного состояния крепи и окружающего массива пород.

STRESSED STATE OF SMALL-DEPOSITS TUNNEL LINES FROM WEIGHT OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Abstract

The developed analytical method for design monolithic lining of mountain workings in the workplace, located inside them technological equipment. The method is implemented in the form of a computer program that allows you to identify and establish new laws of the formation of the stressed state of the lining and the surrounding array.

Подземное строительство осуществляется, как правило, с использованием комплексов достаточно массивного технологического оборудования, вес которого при определенных условиях может существенно изменить напряженное состояние обделок, сформировавшееся при действии постоянных нагрузок, например, собственного веса пород. Это требует совершенствования теории и методов расчета подземных конструкций, позволяющих учесть при расчете подземных сооружений действие временных нагрузок от веса размещенных внутри тоннеля объектов [2, 5].

В работе для определения напряженного состояния обделок тоннелей, сооруженных закрытым способом вблизи земной поверхности, от действия внутренних нагрузок предлагается аналитический метод расчета, базирующийся на рассмотрении совместной работы обделки и массива пород как элементов единой деформируемой системы [3].

Метод реализует полученное авторами новое решение задачи теории упругости для линейно-деформируемой полубесконечной

среды, ослабленной круговым отверстием, подкрепленным концентрическим кольцом, при действии на части его внутреннего контура равномерной вертикальной нагрузки.

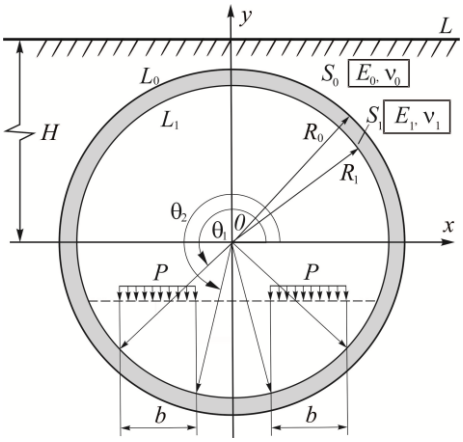


Рис.1. Расчётная схема

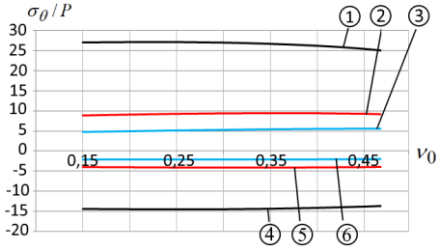
Расчетная схема плоской задачи теории упругости представлена на рис. 1. Массив пород моделируется полубесконечной однородной изотропной линейно-деформируемой средой S_0 с прямолинейной границей L. Невесомая среда S_0 характеризуется модулем деформации E_0 и коэффициентом Пуассона ν_0. Круговое отверстие с контуром L_0 радиуса R_0, расположенное в среде S_0 на расстоянии H от линии L, подкреплено кольцом S_1 с внутренним контуром L_1 радиусом R_1. Кольцо S_1, моделирующее обделку, выполнено из материала с деформационными характеристиками E_1, ν_1. На части $[\theta_1; \theta_2]$ контура L_1 приложена вертикальная равномерно распределенная нагрузка интенсивности P, моделирующая вес объекта, расположенного внутри тоннеля. Граничные условия задачи отражают отсутствие нагрузок на границе полуплоскости L, непрерывность векторов напряжений и смещений на контуре L_0, наличие на части контура L_1 вертикальной нагрузки.

Решение задачи получено с использованием математического аппарата теории функций комплексного переменного – аналитического продолжения комплексных потенциалов через границу полуплоскости, свойств интегралов типа Коши, рядов Лорана и Фурье [4]. Итерационный процесс решения задачи [1] позволяет получать результаты с высокой степенью точности. Составлены алгоритм и компьютерная программа, с помощью которых возможно эффективно производить многовариантные расчеты конструкций подземных сооружений с целью определения их напряженного состояния.

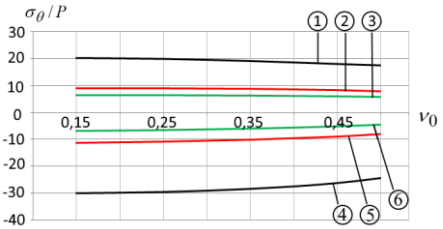
На рис. 2 приведены результаты исследования зависимости максимальных растягивающих и сжимающих напряжений $\sigma_\theta^{\max}/P$ от величины коэффициента Пуассона массива грунта. Исходные данные для расчетов: $H=10{,}4\ м$, $R_0=5{,}2\ м$, $R_1=4{,}7\ м$; $E_1=40000\ МПа$, $\nu_1=0{,}2$; $\theta_1=205^\circ$, $\theta_2=260^\circ$. Модуль деформации массива грунта принимался равным $E_0=100\ МПа$ (линии 1 и 4), $E_0=500\ МПа$ (линии 2 и 5), $E_0=1000\ МПа$ (линии 3 и 6).

Из рис. 2 следует, что наибольшее влияние на напряженное состояние обделки величина коэффициента Пуассона проявляется в слабых грунтах (линии 1 и 4). Изменение коэффициента Пуассона в интервале от $\nu_0=0{,}15$ до $\nu_0=0{,}35$ практически не сказывается на значениях максимальных напряжений. Дальнейшее увеличение значения коэффициента Пуассона приводит к снижению, не превышающему 17%, как растягивающих, так и сжимающих напряжений на обоих контурах.

На рис. 3 изображены зависимости максимальных растягивающих и сжимающих напряжений $\sigma_\theta^{\max}/P$ при действии симметрично расположенной нагрузки от относительной толщины обделки Δ/R_0.



а



б

Рис. 2. Зависимости напряжений $\sigma_\theta^{\max}/P$ на контурах сечения обделки от коэффициента Пуассона: а – наружном; б - внутреннем/

Расчеты выполнялись для относительно слабых грунтов при $E_0 = 20\ МПа$. Исходные данные для расчетов: $H = 12\ м$, $R_0 = 5{,}2\ м$; $\nu_1 = 0{,}2$; $\theta_1 = 225^\circ$, $\theta_2 = 315^\circ$. Модуль деформации бетона обделки принимался равным $E_1 = 23000\ МПа$ (линии 1 и 4), $E_1 = 36000\ МПа$, (линии 2 и 5), $E_1 = 40000\ МПа$ (линии 3 и 6).

Как следует из представленных на рис. 3 зависимостей, увеличение толщины обделки приводит к значительному уменьшению максимальных растягивающих напряжений. При этом зависимость максимальных сжимающих напряжений при $E_1 = 23000\ МПа$ (линии 1 и 4) имеет экстремальный характер – при увеличении толщины обделки до $0{,}4\ м$ ($\Delta / R_0 = 0{,}8$) наблюдается рост напряжений не менее, чем на 20%, а при дальнейшем увеличении толщины обделки значения напряжений уменьшаются по абсолютной величине. При достаточно больших толщинах обделок максимальные значения и растягивающих, и сжимающих напряжений практически одинаковы.

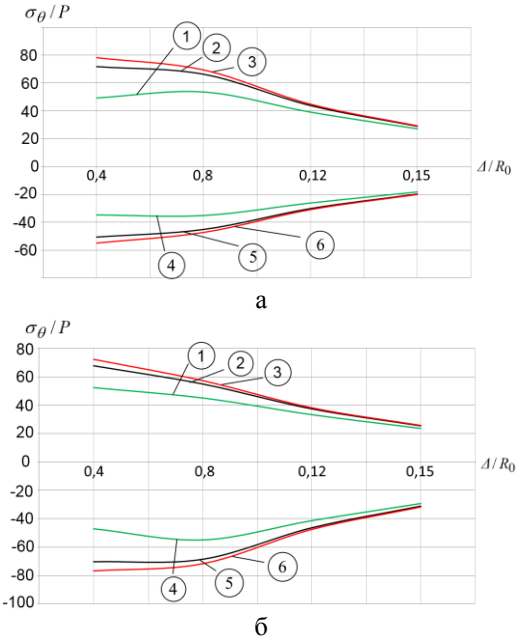


Рис. 3. Зависимости напряжений $\sigma_\theta^{\max} / P$ на контурах сечения обделки от Δ / R_0: а – наружном; б - внутреннем

Таким образом, разработанный новый аналитический метод расчета обделок тоннелей мелкого заложения, сооружаемых закрытым способом, на действие веса размещенного в них оборудования, позволяет установить новые и уточнить известные закономерности формирования напряженного состояния конструкций, что будет способствовать принятию обоснованных решений, способствующих повышению прочности и надежности подземных сооружений.

Список литературы

1. Анциферов, С.В. Метод расчета многослойных обделок параллельных тоннелей кругового поперечного сечения мелкого заложения: монография. Тула: Изд-во ТулГУ, 2014. 298 с.

2. Анциферов С.В., Дворянкин В.Г., Фотиева Н.Н. Расчёт обделок тоннелей на действие веса размещенного в них оборудования // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2017. Вып. 4. С. 263 – 273.

3. Булычев, Н.С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах. Учебное пособие для вузов. М.: Недра, 1989. 270 с.

4. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.: Наука, 1966. 707 с.

5. Саммаль А.С., Тормышева О.А. Методика оценки напряженного состояния обделок транспортных тоннелей при действии внутренних локальных нагрузок // Транспортное строительство. 2014. №7. С.16 – 18.

Ключевые слова: расчет, напряженное состояние, массив пород, обделка, тоннель, вес оборудования, компьютерное моделирование

Keywords: design, stress state, rock soil, lining, tunnel, equipment weight, computer simulation

Дворянкин Владимир Геннадиевич - ассистент кафедры механики материалов, ТулГУ, antsser@mail.ru

Анциферов Сергей Владимирович - заведующий кафедрой механики материалов, д.т.н., доцент, ТулГУ

Тормышева Ольга Александровна - к.т.н., доцент, ТулГУ

Dvoryankin Vladimir Gennadievich - Assistant Professor, Department of Material Mechanics, TSU, antsser@mail.ru

Antsiferov Sergey Vladimirovich - Head of the Department of Material Mechanics, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, TSU

Tormysheva Olga Alexandrovna - Ph.D., Associate Professor, TSU

Для цитирования:

Дворянкин В.Г. Напряженное состояние обделок тоннелей мелкого заложения от веса технологического оборудования / В.Г. Дворянкин, С.В. Анциферов, О.А. Тормышева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 391 - 396.

Citation:

Dvoryankin V.G. Stressed state of small-deposits tunnel lines from weight of technological equipment/ V.G. Dvoryankin, S.V. Antsiferov, O.A. Tormysheva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 391 - 396.

УДК 550.832.9

СКВАЖИННЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОЗАБОРНОЙ СКВАЖИНЫ НА ПЛОЩАДКЕ «ПИРОГОВО-2» В АЛЕКСЕЕВСКОМ РАЙОНЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.С. Погорелов
НИУ «БелГУ», г. Белгород, Россия;
Х.М. Ороско Перес,
“Aquaminer soluciones”, Букамаранга, Колумбия

Аннотация

Представлены скважинные геофизические исследования, выполненные в составе комплексных геофизических и гидрогеологических исследований, с целью получения объективной информации о техническом состоянии, фактической глубине водозаборной скважины и причинах ее низкой производительности. Геофизические исследования включают методы видеокаротажа, резистивиметрии и гамма-каротажа, по результатам которых отмечена значительная невертикальность скважины, наличие в ее нижней части зоны активного водообмена с водоносным горизонтом и выделены основные литологические разности в разрезе скважины.

THE BOREHOLE GEOPHYSICAL RESEARCHES OF THE WATER-SUPPLY WELL ON THE PLATFORM "PIROGOVO-2" IN AREA ALEKSEEVSKOM OF THE BELGOROD AREA

Abstract

Are submitted the borehole geophysical researches executed in structure of complex geophysical and hydro-geological researches, with the purpose of reception of the objective information on a technical condition, actual depth of a water-supply well and the reasons of its(her) low productivity. Geophysical researches include methods of video logging, rezistivimetriya and gamma logging, by results of which it is marked considerable not vertical position of a well, presence in its(her) bottom part of a zones of active water exchange with the water-bearing horizon and the basic are allocated the lithologic differences in a cut(section) of a chink.

Настоящая работа выполнена НИУ «БелГУ» по договору с ЗАО «Алексеевский Бекон» в составе комплексных геофизических и гидрогеологических исследований с целью получения объективной информации о техническом состоянии и фактической глубине водозаборной скважины и причинах ее низкой производительности.

Геофизические исследования включали методы видеокаротажа, резистивиметрии и гамма-каротажа.

Видеокаротаж

Видеокаротаж скважины выполнен в автономном варианте с использованием герметичного бокса (конструкции НИУ «БелГУ», г. Белгород) с ориентированным вертикально-вниз ракурсом съемки. Диаметр видеобокса – 114 мм, длина – 410 мм, центрирующее устройство 4-х лепестковое.

Спуско-подъемные операции при выполнении видеокаротажа осуществлены на стальном тросе диаметром 2,5 мм с использованием ручной лебедки и компьютеризированного электронно-механического устьевого модуля контроля глубины МКГ-2 (разработанного ООО «Специальные геофизические системы», г. Саратов). Скорость перемещения бокса по скважине изменялась в пределах 0,5 … 1,0 м/с.

При первом же спуске видеобокса произошла самопроизвольная и полная остановка бокса на глубине 150,2 м от устья скважины, при этом, несмотря на использование специальных приемов смещения бокса в поперечном сечении скважины, дальнейшее продвижение видеобокса вниз по скважине оказалось неосуществимым. При повторном спуске видеобокса (после демонтажа центрирующих элементов с целью уменьшения поперечных размеров бокса) остановка видеобокса на глубине 150,2 м повторилась и достичь большей глубины спуска видеобокса в скважину также не удалось.

Результаты видеокаротажа показывают (рис. 1), что наблюдающийся в верхнем интервале скважины оранжевый тон цвета внутренней поверхности обсадной трубы на глубине статического уровня воды в скважине (примерно 85,0 м) сменяется синеватым тоном в интервале между статическим и динамическим уровнями (85,0…104,5 м). Это указывает на преимущественно периодический режим эксплуатации данной водозаборной скважины.

Ниже фактической отметки динамического уровня (104,5 м) в скважине отмечается практически непрозрачная среда (скважинная вода) оранжевого цвета (гель ржавчины) с белесыми частицами взвесей; с глубиной оптическая прозрачность скважинной воды улучшается (в изображении появляется характерный голубоватый тон) и при достижении предельно-достижимой глубины спуска (150,2 м) визуально отмечаются общие элементы конструкции перехода обсадных труб скважины на диаметр 133 мм. При этом фиксируется также заметное отклонение оси бокса от оси скважины (по эксцентричному положению окружности сечения обсадной диаметра

133 мм в ракурсе съемки – рис. 1Е), что указывает на значительную невертикальность скважины (препятствующую прохождению видеобоксом участка изменения диаметра обсадной трубы).

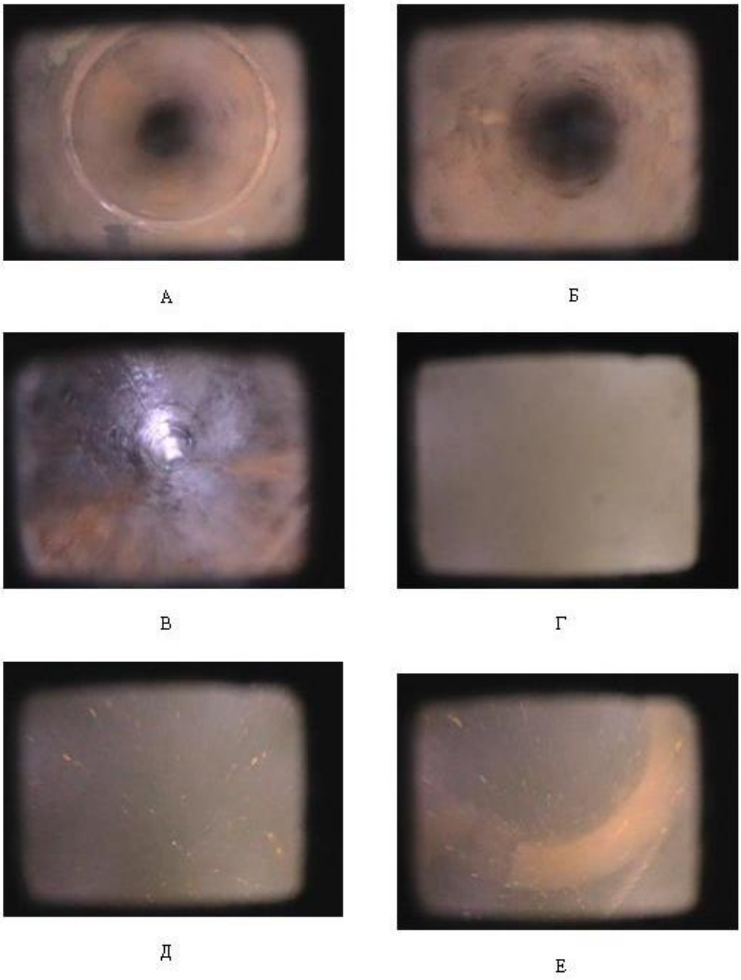


Рис. 1. Характерные стоп-кадры записи видеокаротажа скважины: А - устье скважины; Б -выше статического уровня воды; В - ниже статического уровня воды, вид на динамический уровень; Г - ниже динамического уровня: мутная вода, видимость практически отсутствует; Д -ближе к переходу на диаметр 133 мм: вода прозрачнее, видимость лучше; Е - вид на переход к диаметру 133 мм.

Вместе с тем, повышение оптической прозрачности скважинной воды с приближением к скважинному переходу диаметра обсадных труб указывает на непосредственное приближение видеобокса к зоне активного водообмена в скважине (интервалу поступления в скважину оптически прозрачной пластовой воды) – переходу от зоны застоя скважинной воды к зоне ее осветления за счет движения пластовой воды через фильтр скважины. Опыт показывает, что, тем самым, данными видеокаротажа отмечаются признаки наличия фильтровой части скважины на относительно небольшом интервале глубины (около 2 м) от скважинного перехода.

Резистивиметрия

Скважиная резистивиметрия выполнена в варианте засоления воды в скважине, с целью выявления в скважине зон свободного водообмена с пластовыми водами для обнаружения интервалов скважины, оборудованных фильтрами или иных, сообщающихся с водоносными породами.

При выполнении резистивиметрии использовалось скважинное оборудование, изготовленное в БелГУ (г. Белгород) и серийно выпускаемая электроразведочная аппаратура ЭРП-1 российско-украинского производства (МЧП «Линия», г. Севастополь; ООО «Геоскан-М», г. Москва).

Спуско-подъемные операции при выполнении резистивиметрии осуществлены на одножильном электроразведочном кабеле марки ГПСМПО диаметром 2,5 мм с использованием ручной лебедки и модуля контроля глубины МКГ-2.

Наружный диаметр солеобогатителя - 100 мм, оболочка - матерчатая, секционированная на объемы по 1 кг соли (всего 4 секции), загружена пищевой поваренной солью крупного помола производства г. Славянск (Украина) общей массой 4 кг. Общая длина солеобогатителя – 1 м, в нижней части он снабжен центрирующим устройством 4-х лепестковым на диаметр 100 мм.

Спуско-подъемные операции с солеобогатителем осуществлены на стальном тросе диаметром 2,5 мм с использованием ручной лебедки.

На первом этапе выполнения резистивиметрии осуществлялось измерение фоновых значений удельного электрического сопротивления воды в скважине (до ее засоления). Замеры проведены дискретно с шагом 5 м по глубине скважины. При этом предельно достижимая глубина спуска резистивиметра в скважину (до

самопроизвольной и полной его остановки) составила 168,7 м от устья скважины.

На втором этапе проведения резистивиметрии осуществлялось засоление воды в скважине путем выполнения 3-х спуско-подъемных операций с перемещением солеобогатителя по всему заполненному водой и доступному для спуска резистивиметра интервалу скважины. Предельно достижимая глубина спуска солеобогатителя в скважину (до самопроизвольной и полной его остановки) составила 168,7 м от устья скважины, при этом в нижнем интервале скважины (примерно на глубине 165 м от устья) отмечался прихват солеобогатителя скважиной.

После засоления воды в скважине были периодически выполнены повторные измерения удельного электрического сопротивления воды в скважине - дискретно с шагом 5 м по глубине со сгущением шага измерений до 1 м в аномальной зоне.

По данным резистивиметрии (рис. 2), уровень фоновых значений удельного электрического сопротивления воды в скважине (до ее засоления) составил около 12,5 … 17,0 Омм (что соответствует общей минерализации воды около 500 мг/л), после засоления воды он понизился до 4,6… 6,3 Омм (что соответствует общей минерализации воды примерно 1300 мг/л).

В дальнейшем, с течением времени, в нижней части скважины (ниже 154 м от ее устья) отметилось последовательное повышение уровня удельного электрического сопротивления воды: с 4,6 Омм до 5,75 Омм (примерно через 3 часа 18 минут после засоления) и до 7,0 Омм (примерно через 6 часов 56 минут после засоления).

При этом в верхней части скважины (в интервале обсадной трубы диаметром 219 мм) удельное электрическое сопротивление воды в скважине практически не изменилось за все время проведения резистивиметрии.

Это указывает на наличие в нижней части скважины (ниже 154 м от ее устья) зоны активного водообмена с водоносным горизонтом, то есть – на наличие фильтра в указанном интервале.

Интерпретация положения верхней границы зоны водообмена, проведенная по точкам максимального градиента отмеченной аномалии удельного электрического сопротивления скважинной воды позволила установить верхнюю границу фильтра на глубине 154 м от устья скважины. Примечательно, что примерно на нижней границе этого интервала (168,0 м от устья скважины) происходил прихват солеобогатителя при спуске в скважину, что указывает на наличие на

данном участке скважины выступающих внутрь нее неких конструктивных элементов (очевидно - фильтровой части).

Скорость фильтрации пластовой воды через сечение скважины в указанном интервале, определялась по скорости опреснения воды с течением времени и составила около 0,14 м/сут.

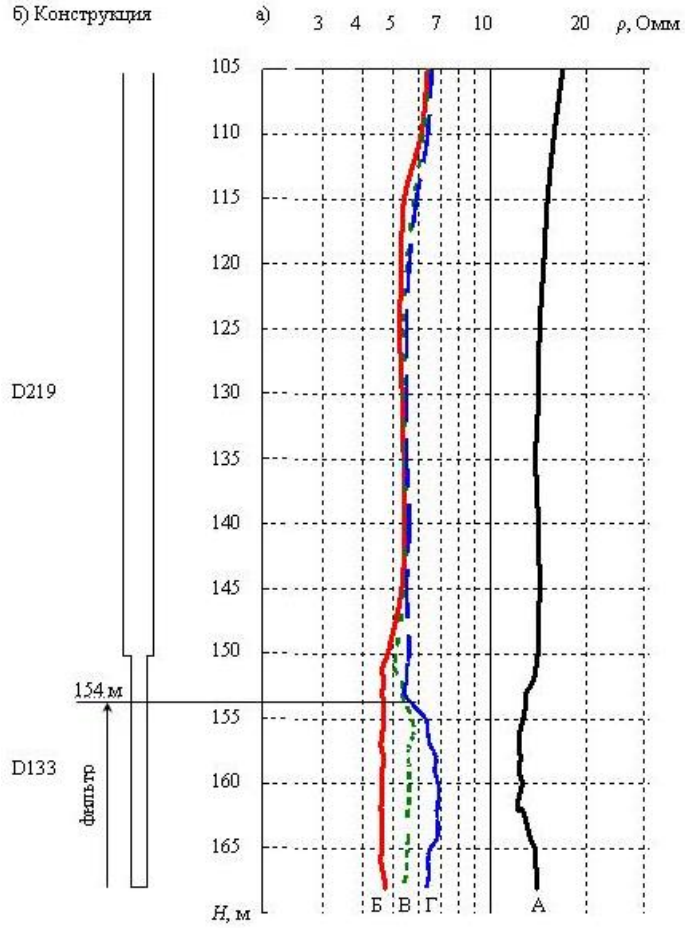


Рис. 2. Результаты скважинной резистивометрии: а) диаграммы удельного электрического сопротивления воды в скважине: А - до засоления, Б, В и Г - через 23 мин, 3 час. 18 мин. и 6 час. 56 мин. после засоления, б) внутренняя конструкция скважины по данным картожа

Гамма-каротаж

Гамма-каротаж (ГК) скважины выполнен с целью изучения геологического разреза скважины, идентификации в разрезе скважины его маркирующего горизонта – т. н. «фосфоритовой плиты».

Гамма-каротаж осуществлен в автономном варианте с использованием скважинного автономного прибора (зонда) ГКА-2 (разработанного ООО «Специальные геофизические системы», г. Саратов). Диаметр зонда – 42 мм, длина – 1460 мм, центрирующее устройство - 4-х лепестковое на диаметр 100 мм.

Спуско-подъемные операции при выполнении ГК осуществлены на стальном тросе диаметром 2,5 мм с использованием ручной лебедки и модуля контроля глубины МКГ-2. Скорость перемещения зонда ГК по скважине изменялась в пределах 0,2 … 0,3 м/с, режим измерений - непрерывный. Предельно достигнутая глубина спуска зонда ГК в скважину (до самопроизвольной и полной его остановки) составила 168,7 м (от устья скважины).

После проведения скважинных измерений ГК осуществлена совместная программная обработка данных, записанных зондом ГК и модулем контроля глубины, с использованием специальной компьютерной программы (разработанной ООО «Специальные геофизические системы», г. Саратов).

Результаты гамма-каротажа (рис. 3) позволяют выделить в разрезе скважины следующие литологические разности (в следующих интервалах глубины от устья скважины): суглинок (0…11,8 м), глина (11,8…35,2 м), мергель (35,2 …118,3 м), мел (118,3 … 150,8 м) «фосфоритовая плита» (150,8 …152,5 м) и песок (152,2…168,7 м).

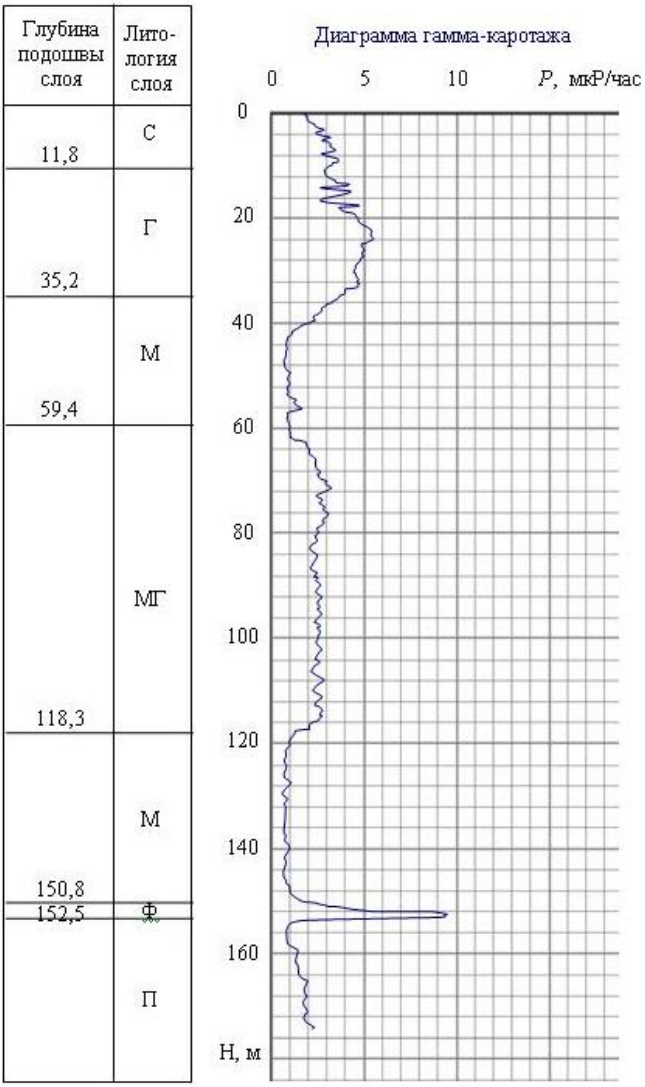


Рис. 3. Результаты гамма-каротожа: С – суглинок; Г – глина; М – мел; МГ – мергель; Ф – «фосфоритовая плита»; П- песок.

Ключевые слова: скважинные геофизические исследования, водозаборная скважина, видеокаротаж, резистивиметрия, гамма-каротаж.

Key words: the borehole geophysical researches, a water-supply well, video logging, rezistivimetriya, gamma logging.

Погорелов Юрий Сергеевич – доцент по кафедре геофизики, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры прикладной геологии и горного дела Национального исследовательского университета «Белгородский государственный университет» (НИУ «БелГУ»), E-Mail: strojanalit@mail.ru

Ороско Перес Хосе Марко - горный инженер-геолог "Аквaминер решения", E-Mail: josrmarcoorozcoperez07@gmail.com

Pogorelov Jury Sergeevich - the senior lecturer on faculty of geophysics, the candidate of geology-mineralogical sciences, the senior lecturer of faculty of applied geology and mining of National research university «Belgorod state university» (NIU"BelGU"), E-Mail: strojanalit@mail.ru

Orosko Peres Hose Marko - the mountain engineer - geologist "Aquaminer soluciones", E-Mail: josrmarcoorozcoperez07@gmail.com

Для цитирования:

Погорелов Ю.С. Скважинные геофизические исследования водозаборной скважины на площадке «Пирогово-2» в Алексеевском районе Белгородской области / Ю.С. Погорелов, Х.М. Ороско Перес // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 397 - 405.

Citation:

Pogorelov Ju. S. The borehole geophysical researches of the water-supply well on the platform "Pirogovo-2" in area Alekseevskom of the belgorod area/ Ju.S. Pogorelov, H.M. Orosko Peres // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 397 - 405.

УДК 624.131 (624.15.04)

ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАДСТРОЙКИ ЗДАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ЦЕНТРА В г. ДУШАНБЕ

А. Рузиев
Таджикский технический Университет им. М.С. Осими

Аннотация

В статье обоснована возможность надстройки существующего здания одним полным и одним мансардным этажами исходя из анализа геологических данных.

GEOTECHNICAL SUBSTANTIATION OF CONSTRUCTION OF THE BUILDING OF THE PUBLIC CENTER IN DUSHANBE

Abstract

The article substantiates the possibility of adding an existing building with one complete and one attic floors based on the analysis of geological data.

1. Постановка вопроса. Реконструируемый общественный центр находится в 102 микрорайоне, что в северо-западной части г. Душанбе. Объект строился в 1982-1985гг. и двухэтажное здание по неизвестным причинам осталось в незавершённом виде (рис.1). В 2003г общественный центр с незавершённым строительством был приватизирован.

Рис.1. Общий вид реконструируемого здания, состоящего из 3-х отсеков

В 2009г владелец объекта обращается в соответствующие инстанции с просьбой о реконструкции данного общественного центра с преобразованием его в «Административное здание с бытовым обслуживанием». Разрешение было дано при условии возведения двух дополнительных этажей.

Следует отметить, что с момента завершения строительства данного Общественного центра (1985) до момента проведения настоящей работы (2010г) прошло более 25 лет. За эти годы строительные конструкции зданий систематически подверглись атмосферным воздействиям, а в осенне-весенний период в подвальные помещения стекали дождевые воды. Все это не могло не влиять на несущую способность строительных конструкций и грунтов оснований.

Как известно, для составления Заключения о возможности (или невозможности) надстройки существующего здания необходимо проводить комплексное обследование, т.е. выявление состояний всех надземных конструкций, фундаментов и основания. Однако, даже при полном благополучии надземных конструкций окончательный вывод о возможности (или невозможности) надстройки здания (возведение дополнительных этажей) главным образом зависит от состояния и несущей способности основания. Исходя из этого, Заказчиком было принято решение обследовать только подземную часть здания. Такое решение было обосновано тем, что в условиях периодического затопления подвала водой за эти долгие годы (около 25 лет) могло произойти некоторое ухудшение строительных свойств грунтов и, как следствие, снижение расчетного сопротивления основания.

Работа была выполнена автором в рамках своей научно-производственной деятельности, предусмотренной выданной ему Лицензией Агентства по строительству и архитектуре при правительстве Республики Таджикистан и Свидетельством налогового комитета. Результаты проведенных исследований были представлены в виде научно-технического Заключения. При составлении Заключения главный вопрос состоял в том, можно ли вообще возводить дополнительные этажи на существующее недостроенное двухэтажное здание? Если можно, то сколько этажей.

2. Общая конструктивная характеристика здания. Проект Общественного центра разработан проектным институтом «Таджикгипрострой» (ныне «Шањрофар») совместно с институтом «Душанбегипрогор» (ныне «Душанбешахрсоз»). Общественный центр представляет собой комплекс, состоящий из двух блоков (А и Б) и перехода. Блок А, как основной (см. рис.1), состоит из трех отсеков:

отсек-1 (центральный) с размерами в осях 12,0х36,0м; отсек-2 (восточный) с размерами в осях 12,0х30,0м; отсек-3 (северный) с размерами в осях 12,0х12,0м. Все отсеки блока А имеют подвал. Согласно проекту блок А состоит из служб бытового обслуживания (отсек-2), магазина продовольственных товаров (отсек-1) и центра общественного питания (отсек-3). Все отсеки блока А являются двухэтажными с подвалом. Высота подвала – 2,9м, высота этажей – 3,3м.

В конструктивном отношении все здания являются каркасными со сборными железобетонными колоннами и продольно-поперечными ригелями серии ИИС-04 (рис.2). Шаг колонн в обоих направлениях – 6х6м. Колонны и ригеля приняты сечением 40х40см. Панели перекрытий - многопустотные сборные железобетонные плиты размерами 1,5х6,0м. Ограждения – стеновые панели из керамзитобетона толщиной 24см, а в подвалах – панели железобетонные толщиной 22см. Лестницы внутренние приняты из сборных железобетонных элементов, лестницы наружные выполнены в монолитном железобетоне из бетона марки М-200. Перегородки – крупнопанельные гипсобетонные, во влажных помещениях и в холодных камерах перегородки армокирпичные. Фундаменты – монолитные железобетонные стаканного типа. В блоке А фундаменты устроены со следующими размерами: под средние колонны – 2,7х2,7м; под крайние колонны – 2,1х2,1м; под спаренные колонны -2,1х3,1м. (рис.3).

Рис.2. Конструктивные элементы надземных этажей

Рис.3. Конструктивные элементы подвала

3. Инженерно-геологические условия территории. 102 микрорайон расположен в северо-западной части г. Душанбе, южнее жилого массива «Заравшон». Территория данного микрорайона до освоения считалась пустынной. Рельеф местности слегка холмистый, с заметным уклоном на юго-восток. По данным архивных материалов, данная территория, как и вся северо-западная часть города Душанбе, сложена лессовыми грунтами.

Инженерно-геологические изыскания проведены институтом ТаджикГИИНТИЗ, по данным которых участок строительства сложен «супесчано-суглинистыми» грунтами. По данным этих же материалов, грунты по проявлению просадочных свойств отнесены к I–типу. Учитывая это, в проекте предусматривалась подготовка основания в виде грунтовой подушки толщиной 1,5м путем послойной отсыпки и укатки грунта при оптимальной влажности до плотности грунта в сухом состоянии (скелета) 1,70 т/м^3. Расчетное сопротивление грунта основания (грунтовой подушки) принято 3,0 кгс/см^2 (300 кПа). О подземных водах и глубине их залегания сведения отсутствуют. По данным других источников, в том числе автора данной статьи, на территории 102 микрорайона грунтовые воды залегают ниже 10м (по состоянию на период проведения работ).

4. Контрольные исследования грунтов и обследования фундаментов. В соответствии с поставленной задачей, для исследования грунтов оснований, обследования фундаментов, а также выявления состояния и фактической толщины грунтовой подушки проводились контрольные инженерно-геологические изыскания. Для этого были пройдены два контрольных шурфа в подвале блоке А». Места проходки шурфов были выбраны из расчета получения более полной информации о грунтах основания и фундаментах здания.

Шурф №1 (Ш-1) был пройден в западной части отсека 1. По мере проходке шурфа влажность грунта повышалась. Оказалось, что на глубине 0,5м от подошвы фундамента имеются подземные воды типа «верховодка». Причиной появления воды на небольшой глубине от подошвы фундамента, очевидно, являлась то, что недалеко от места проходки шурфа №1 находился аварийный источник водоснабжения. Через два дня после перекрытия аварийной воды в шурфе №1 не стало воды. Шурф №2 (Ш-2) был пройден на восточной стороне отсека-1 на стыке с отсеком-2 между колонн. В отличие от шурфа №1 при проходке шурфа №2 не было признаков воды, хотя влажность грунта с глубиной незаметно повышалась.

Осмотр и обследование четырех фундаментов, в том числе под спаренные колонны, показали, что они находятся в хорошем состоянии. В их телах не обнаружены какие-либо дефекты или признаки разрушений. Сопротивление бетона соответствовало проектной марке.

Проходка шурфов косвенно подтвердила, что толщина грунтовой подушки составляет 1,4-1,5м. Такой предварительный вывод был сделан исходя из трудности проходки шурфов. Оба шурфа (Ш-1, Ш-2) были пройдены до глубины 3,0м от подошвы фундаментов. Были отобраны монолиты грунта через каждые 0,5м до глубины 3,0м ниже подошвы фундамента. Опытным путем были определены плотность грунта, плотность частиц грунта, природная влажность, влажности на пределах пластичности и текучести. Эти показатели были определены в соответствии с требованиями ГОСТ 5180-84 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик». Для грунтов природного сложения, залегающих ниже грунтовой подушки, дополнительно проводились компрессионные испытания для уточнения просадочности грунтов. Показатели физического состояния грунтов представлены в таблице 1.

5. Анализ полученных данных. Данные, приведенные в таблице 1, показывают, что грунтовая подушка устроена из суглинка с числом пластичности около 11%. Судя по плотности, толщина грунтовой подушки составляет около1,5м с плотностью скелета грунта ρ_d = 1,68-1,70 т/м^3, что практически соответствует проектной как по глубине, так и по площади. Влажностное состояние грунтов в теле подушки разное. Если в западной части отсека1 грунты находились (на момент обследования) в полутвердом и тугопластичном состояниях, то в остальной части здания грунты в теле подушки находились в твердом состоянии. Ниже грунтовой подушки плотность грунтов составляет ρ_d = 1,48-1,50 т/м^3, что соответствует природному сложению.

Компрессионные испытания показали, что грунты природного сложения на глубинах 2,0-2,5 м обладают просадочными свойствами только от дополнительного давления, т.е. веса сооружения.

Таблица 1

Выра-ботки	Глубина отбора проб ниже подошвы фундамента, м	Плотность грунта, ρ, $т/м^3$	Влажность грунта, w, %	Плотность сухого грунта, ρ_d, $т/м^3$	Влажность на пределе		Число пластичности %
					текучести w_L, %	пластичности, w_p, %	
Ш-1	0,5	2,08	23,2	1,69	32,1	21,0	11,1
	1,0	2,09	24,5	1,68	31,4	20,4	11,0
	1,5	2,08	23,5	1,68	32,0	20,8	11,2
	2,0	1,88	23,7	1,51	27,6	19,8	7,8
	2,5	1,79	20,8	1,48	27,5	20,3	7,0
Ш-2	0,5	1,99	17,5	1,70	33,0	21,5	11,5
	1,0	1,99	18,2	1,69	32,1	21,1	11,0
	1,5	2,00	18,5	1,69	31,9	21,4	10,5
	2,0	1,78	18,8	1,50	26,7	19,8	6,9
	2,5	1,75	17,4	1,49	27,1	20,3	6,8

Данные контрольных исследований грунтов, а также результаты осмотра и обследования фундаментов позволили в целом оценить состояние основания (т.е. грунтовой подушки) и фундаментов (на момент проведения настоящих работ) как удовлетворительное.

6. Требования расчета оснований по деформациям. Производился сбор нагрузок на фундаменты реконструируемого двухэтажного основного здания (блок А) с подвалом. Была выбрана наиболее загруженная средняя колонна с монолитными столбчатыми фундаментами, размеры подошвы которых составляют 2,7х2,7м. При шаге колонн 6х6м грузовую площадь составляла 36 $м^2$. Общая расчетная нагрузка составляла около 130т.

При расчете основания по деформациям среднее давление под подошвой фундамента не должно превышать расчетного сопротивления основания ($p \leq R$). Несущим слоем основания является грунтовая подушка толщиной 1,5м из суглинка, уплотненного до плотности 1,68-1,70 $т/м^3$. Прочностные параметры грунта в теле подушки приняты: угол внутреннего трения $\varphi_{II} = 25^0$, удельное

сцепление c_{II} =23 кПа. Входящие в формулу расчетного сопротивления основания коэффициенты и показатели приняты:

γ_{c1} = 1,1; γ_{c2} = 1,0; к = 1,1; М γ = 0,78; M_q =4,11; M_c =6,67; k_z = 1,0;

d_1 = 1,0м; d_b = 0; c_{II} = 21 кПа; γ_{II} = 19 кН/м^3; γ_{II}^I =16 кН/м^3;

Расчетное сопротивление основания по формуле (7) СНиП «Основания зданий и сооружений» для среднего столбчатого фундамента с размерами подошвы 2,7х2,7м составляет

R = 1,2х1, 0 / 1,1 [0,78х1,0х2,7х19 + 4,11х1,0х16 + 6,67х21] =

= 1,1 (40,0 + 65,8 + 140,1) = 270 КПа =27,0 т/м^2 = 2,7 кгс/см^2.

Среднее давление под подошвой фундамента от действующей расчетной нагрузки 130 т при площади подошвы 2,7х2,7=7,29 м^2 равно

p = 130 / 7,29 = 17,8 т/м^2 (1,78 кгс/см^2)

Проверяем условие (p ≤ R); 17,8 т/м^2 < 27,0 т/м^2. Как видно условие расчета основания по деформациям выполняется с достаточным запасом. Но это только от нагрузки существующего (хотя недостроенного) двухэтажного здания.

Теперь проверяем, сколько этажей можно возводить на существующее двухэтажное здание. Если исходить из условия возведения только одного дополнительного этажа, тогда дополнительная нагрузка на фундамент будет увеличена примерно на 30т. Тогда давление под подошвой фундамента будет равно p = (130+30) / 7,29 = 22,0 т/м^2. Как видно, условие расчета основания по деформациям снова выполняется, но уже с небольшим запасом прочности (22,0 т/м^2 < 27,0 т/м^2) .

Если же возводить два дополнительных этажа, тогда с учётом увеличения нагрузки на фундамент примерно на 60т давление под фундаментом будет равно p =(130+60) / 7,29 = 26,1 т/м^2, что практически равно расчетному сопротивлению основания. В этом случае условие расчета основания по деформациям, хотя и не будет нарушено, однако, малейшее добавочное силовое воздействие может привести к нарушению равновесия системы «основание + фундамент + сооружение». В таких случаях рекомендуется не рисковать.

7. Заключение. На существующее недостроенное двухэтажное здание Общественного центра допускается возведение только одного дополнительного капитального этажа. При этом допускается возведение и мансардного этажа из лёгких конструкций. Таким образом, здание Общественного центра в 102 микрорайоне г. Душанбе после реконструкции будет 3-х этажным с подвалом и мансардой.

Ключевые слова: обследование, реконструкция, здание, надстройка, геология, нагрузка, фундамент

Keywords: survey, reconstruction, building, superstructure, geology, load, foundation

Рузиев Ахмадхон – к.т.н., доцент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического Университета имени академика М.С. Осими, ruziev51@mail.ru.

Akhmadkhon Ruziev - Ph. D., associate Professor of the Department "Underground structures, foundations"of Tajik technical University. M.S. Oshimi, ruziev51@mail.ru.

Для цитирования:

А. Рузиев. Геотехническое обоснование надстройки здания общественного центра в г. Душанбе / А. Рузиев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 406 - 413.

Citation:

A. Ruziev. Geotechnical substantiation of construction of the building of the public center in Dushanbe / A. Ruziev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 406 - 413.

УДК 624.131 (624.15.04)

ОПЫТ УСТРОЙСТВА ПОДВАЛЬНОГО ПОМЕЩЕНИЯ В ФУНКЦИОНИРУЮЩЕМ ЗДАНИИ ФАБРИКИ «ШИРИН» В г. ДУШАНБЕ

А. Рузиев
Таджикский технический Университет им. М.С. Осими

Аннотация

В статье рассматривается процесс обследования реконструируемого трехэтажного здания с устройством подвала. Обоснована возможность снижения нагрузки на подошву фундаментов.

EXPERIENCE OF THE DEVICE OF THE BASEMENT ROOM IN THE FUNCTIONING BUILDING OF THE «SHIRIN» FACTORY IN DUSHANBE

Abstract

The article discusses the process of examination of the reconstructed three-story building with the basement device. The possibility of reducing the load on the base of the foundations is grounded.

1. Актуальность вопроса. Здание фабрики «Ширин» находится в центрально-западной части г. Душанбе, по ул. Дж. Расулова,10 (рис.1). В административном отношении объект находится в районе Сино г. Душанбе. Здание относительно новое, построено в 1987-90 годах прошлого столетия. Здание 3-х этажное, каркасное с шагом колонн 6,0 х 6,0м и 3х6м (рис.2). По южной части здания, в отсеке первых пяти пролетов (до центрального входа) имеется подвал высотой 3,0м, который на момент обследования функционировал как спортивно-оздоровительный комплекс. В остальной части здания подвал отсутствует. В центральной части первого этажа в пределах осей 6-9 и А-Г расположен специализированный магазин кондитерских изделий (см. рис.2).

Учитывая нехватку производственно-полезной площади, у владельца магазина родилась идея о сооружении подвала высотой 3,0м на площади 15х18=270м^2 под своим магазином. Идея была обоснована тем, что, если под соседними помещениями (слева от центрального входа) (см. рис.1) имеются подвальные помещения, то, почему нельзя проверить возможность сооружения подвала в других частях здания. Сложность поставленной задачи заключалась в том, что подвальное

помещение приходилось устроить в функционирующем здании без остановки производства. При этом главный вопрос состоял в том, не приведет ли устройство подвала высотой 3,0м на площади 15х18=270м^2 к потере несущей способности основания, следовательно, к деформациям функционирующего здания в целом. Решение этой задачи потребовал проведение комплексного обследования основания, фундаментов и подземных конструкций здания.

Рис.1. Фрагмент южной части здания с центральным входом

2. Конструктивная характеристика здания. Трехэтажное здание фабрики «Ширин» построено в рамно-каркасном исполнении. Колонны - сборные железобетонные сечением 400х400мм. Высота колонн первого этажа с учетом заделки в стакан фундамента составляет 4,0м, а верхних этажей -3,0м. На каждом этаже к «головам» колонн примыкают сборные железобетонные ригеля высотой 300мм и шириной 400мм (равной сечению колонн) по обоим направлениям (рис.3). Продольно-поперечные ригеля, приваренные к «головам» колонн, придают зданию общую пространственную жесткость. Таким образом, обследуемое здание в конструктивном отношении построено в рамно-каркасном исполнении. Перекрытия выполнены из сборных железобетонных многопустотных плит покрытий толщиной 220мм. На отдельных участках перекрытия выполнены из монолитного железобетона толщиной 150мм, усиленные балками сечением 20х30см.

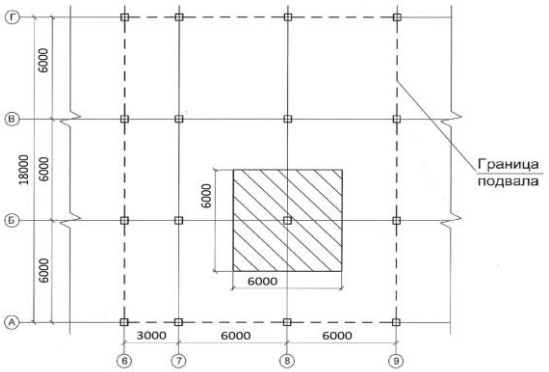


Рис.2. Контуры вновь сооружаемого подвала

Наружные ограждающие стены здания выполнены из сборных керамзитобетонных стеновых панелей толщиной 300мм, размером 3,0х3,0м. Стеновые панели опираются на фундаментные балки прямоугольного сечения высотой 500 мм и шириной 250 мм. На отдельных участках наружная стена выполнена из жженого кирпича толщиной 400 мм. Внутренние стены и перегородки выполнены также из жженого кирпича толщиной соответственно 400 и 250 мм.

3. Инженерно-геологические условия. В геоморфологическом отношении территория относится к равнинной местности с общим незначительным уклоном на юго-запад. В геологическом отношении территория сложена мощной толщей крупнообломочных грунтов, покрытие сверху почвенно-растительным слоем толщиной 0,4-0,6м и связными грунтами незначительной толщины. Основанием здания служат крупнообломочные грунты, которые представлены гравийно-галечниковыми отложениями. По данным архивных материалов мощность гравийно-галечниковых отложений составляет более 10м. Подземные воды до глубины 10м не обнаружены.

Территория объекта является сейсмоактивной и в соответствии со СНиП «Строительство в сейсмических районах» сейсмическая активность территории, как в целом для г. Душанбе, оценивается в 9 баллов. Однако, учитывая, что территория сложена крупнообломочными грунтами, которые относятся к первой категории по сейсмическим свойствам, сейсмичность территории может быть снижена на 1 балл, и оценена как 8-бальная зона.

4. Предварительное вскрытие фундаментов. Предварительное вскрытие фундаментов проводилось в целях выявления конструкции и геометрических размеров фундаментов, так как именно от них

зависила возможность (или невозможность) устройства подвала. Первоначально проверялась глубина заложения фундаментов в пределах осей 6-9 и А-Г, где предстояло сооружение подвала на площади 15х18=270м^2. Вскрытие трех фундаментов показало, что фундаменты под магазином заложены также глубоко (рис.3), как в южной части здания, где существовал подвал.

Рис.3. Предварительное вскрытие фундаментов

5. Разработка грунта для сооружения подвала. Обследования фундаментов и подземных конструкций велись как в период предварительного вскрытия фундаментов в разных местах, так и во время полной разработки грунта для устройства подвала. Как видно (см. рис.3), под сборными колоннами устроены высокие монолитные железобетонные столбчатые фундаменты стаканного типа размерами поверху 0,9х0,9м. Расстояние от пола первого этажа до верха фундамента составляет 0,5м. Фундамент на глубине 4,4м (от уровня пола первого этажа) имеет ступеньку высотой 0,5м, шириной в каждую четыре стороны по 0,55м. Следовательно, подошва столбчатого фундамента имела размеры 2,0х2,0м. Подошва фундамента находилась на глубине 4,9м от уровня пола первого этажа.

Осмотр и обследование тело фундаментов подтвердили, что фундаменты выполнены из бетона заводского изготовления, причем бетон на всю высоту фундамента имел равномерное сложение без каких-либо дефектов (рис.4). Как видно фундаменты на всю высоту армированы стержнями периодического профиля диаметром 20-22мм.

Рис.4. Состояние фундаментов

Следует отметить, что при высоте вновь устраиваемого подвала 3,0м и с учетом толщины нового перекрытия и пола подвала по 0,25м, общая глубина разработки грунта составила 3,5м. Следовательно, при устройстве подвала фундаменты здания не будут вскрыты до подошвы. Над ступенькой фундамента остается грунта толщиной 0,9м и с учетом высоты ступеньки фундамента равной 0,5м, фундаменты будут заглублены в землю на 1,4м ниже пола подвала. Таким образом, предварительное вскрытие фундаментов показало, что устройство подвала глубиной 3,0м под кондитерским магазином на площади 270м^2 практически возможно. Далее приступили к разработке грунта для устройства подвала.

Так как в пределах осей (6-9) и (А-Б), где предусматривалось устройство подвала на площади 15х18=270м^2, магазин еще функционировал, разработка грунта осуществлялась поэтапно. Первоначально к разработке грунта приступили на участке между осями (8-9) и (А-Г), т.е. один пролет на всю ширину здания (6х18м). Из-за стесненных и специфических условий работы разработка грунта осуществлялась вручную. На рис.5 представлен процесс разработки грунта на всю глубину подвала у наружной стены по оси А. Как видно, на всю глубину подвала грунты, в основном, являются гравийно-галечниковыми с песчаным заполнителем, причем без включений валунов и без отходов строительно-бытового мусора. В отдельных местах встречаются связные грунты полутвердой консистенции.

Ручная разработка грунта показала, что грунты достаточно уплотнены. Плотность сложения грунта по данным опыта методом лунки составляла 2,25 т/м^3. Весовая влажность валовой пробы весом 8,5кг составляла 3,8%. Плотность сухого грунта (скелета) составляет 2,18 т/м^3. Очевидно, такая высокая плотность сложения грунтов позволяла разработать грунты до глубины 3,5м без креплений стенок.

Можно предположить, что плотность грунтов под подошвами фундаментов не ниже 2,25 т/м^3.

Рис.5. Разработка грунта на всю глубину у наружной стены по оси А между осями 8-9

На рис.6 представлено примыкание фундаментных балок на фундаменты (вид снизу). Как видно, балки длиной 6,0м, прямоугольного сечения шириной 250мм и высотой 500мм по краям опираются на верхний обрез фундаментов впритык к наружным граням колонн. На фундаментные балки установлены сборные керамзитобетонные стеновые панели размерами 3,0х3,0м и толщиной 0,3м с готовыми оконными проемами.

а б

Рис.6. Примыкание колонны и фундаментной балки к фундаменту а- колонна по осям 9-А; б- колонна по осям 8-А;

6. Инженерные решения по устройству подвала. Инженерные решения по устройству подвала приняты инженером Шокировым А.Ф. В соответствии с проектным решением, устройство подвала в пределах осей (6-9) и (А-Б) (под всем магазином) на площади 15х18=270м^2 предусматривалось поэтапно. Суть принятых инженерно-проектных решений заключалась в следующем.

6.1. Ограждающие стены по периметру подвала. Первоначально сооружались ограждающие (наружные) стены толщиной 250мм,

армированные двумя слоями сетки из арматуры диаметром 12мм с ячейкой 200х200мм (рис.7). При этом наружная поверхность стены по вертикали соответствовала наружной грани колонн. По проекту, арматурные стержни сеток на 80-100мм вводились в заранее просверленные в тело фундамента отверстия (рис.8). В результате стены толщиной 250мм сыграли роль не только ограждения, но и роль диафрагмы, обеспечивающей общую пространственную жесткость подвала. При таком конструктивном решении основная часть нагрузок от стен подвала передаются непосредственно на грунты основания, а незначительная часть (при податливости основания) на фундаменты.

6.2. Пол подвала. Перед устройством пола подвала грунты основания были тщательно уплотнены с контрольной проверкой плотности по методу лунки. Далее устраивался выравнивающий слой толщиной 10см из щебня и тощего бетона. Затем устраивался пол подвала толщиной 250мм из бетона соответствующей марки с армированием одним слоем сетки из арматуры диаметром 14мм с ячейкой 200х200мм (рис.9). Арматурные стержни сетки пола были заделаны в просверленные в тело фундамента отверстия и жёстко соединены с арматурами стены. Такое соединение арматур создает единую жесткую коробку, что обеспечивает общую пространственную жесткость подвала и совместную работу всех вновь устроенных конструкций подвала

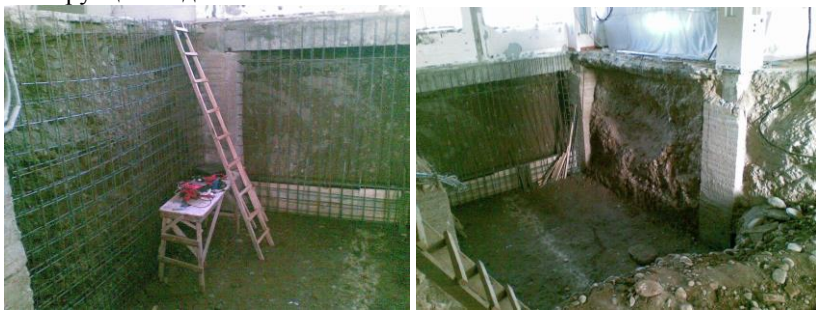


Рис. 7. Армирование стен подвала

6.3. Перекрытие. Перекрытие подвала устраивался из монолитного железобетона толщиной 150мм и было усилено утопленными балками сечением 400х400мм у колонн, как это было до устройства подвала. При этом эти балки шириной 400мм выступали над потолком на 250мм (без учета толщины перекрытия). Монолитное перекрытие толщиной 150мм были армированы двумя слоями сеток из арматуры диаметром 12мм с ячейкой 200х200мм. Нагрузка от вновь

устроенного перекрытия, усиленного взаимно-перпендикулярными балками, передаются на существующие фундаменты здания.

Рис.8. Ввод (заделка) арматур стен подвала в тело фундаменты

Рис. 9. Устройство пола

7. Изменение нагрузок на фундаменты. Устройство подвала на площади 15х18=270м^2 в безподвальной части здания, несомненно, приведет к изменению нагрузок на фундаменты. Задача заключалась в выявлении изменений нагрузок (уменьшения или увеличения) на существующие столбчатые фундаменты с размерами подошвы 2,0х2,0м. Если при разработке грунта для устройства подвала происходит разгрузка фундамента от веса толщи грунта на уступах фундамента ($N_{гр}$), то при сооружении стен и перекрытия подвала происходит, наоборот, увеличение нагрузок на фундаменты ($N_{пер}+N_{ст}$). Производим подсчет разгружающих и нагружающих нагрузок на фундаменты.

Разгружающая нагрузка от веса снимаемой толщи грунта определялась исходя из расчетной схемы, приведенной на рис.10. По данной схеме нагрузка от веса грунта передается на верхние и нижние ступени фундамента ($N_{гр1}$ и $N_{гр2}$). При этом $N_{гр1}$ включает вес толщи грунта высотой 0,5м на верхний обрез шириной по 0,25м, а $N_{гр2}$ - вес

толщи грунта высотой 3,5м на нижнюю ступеньку шириной по 0,55м. Таким образом,

$N_{гр1}$ = (0,9 х 2 + 0,5 х 2) х 0,25 х 0,5 х 2,2 = 0,77 т

$N_{гр2}$ = (2 х 2 + 0,9 х 2) х 0,55 х 3,5 х 2,2 = 24,55 т

Общая разгружающая нагрузка составляет $N_{разгр}$ = 25,32 т

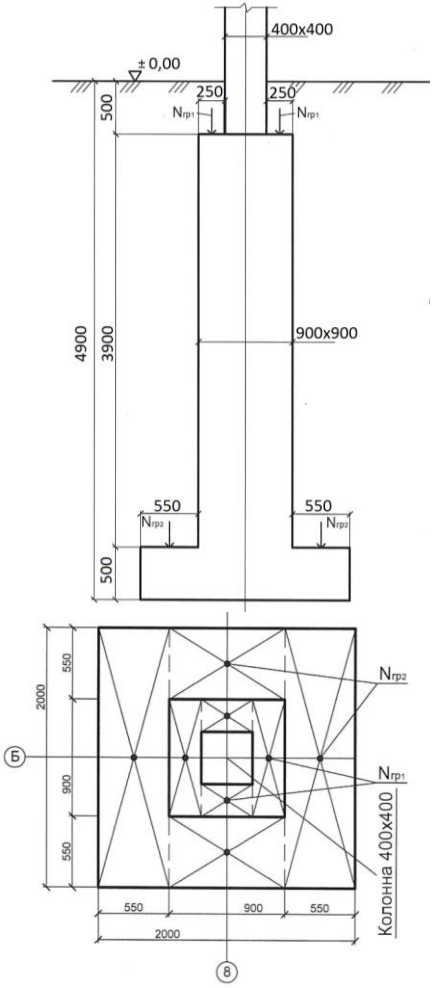


Рис. 10. Схема к определению нагрузок на фундаменты

Нагружающая (дополнительная) нагрузка от веса вновь устроенного перекрытия толщиной 0,15м с утопленными ригелями

сечением 0,4х0,4м из монолитного железобетона, на наиболее загруженную среднюю колонну при грузовой площади 36,0 м^2 (см. рис.2) составляет

$N_{пер}$ = 0,15 х 36 х 2,5 + 0,25 х 0,4 х 12 х 2,5 = 13,5 + 3,0 = 16,5 т

Как видно, дополнительная нагрузка на среднюю колонну с грузовой площадью 36,0м^2 меньше разгружающей нагрузки (16,5т < 25,32т), значит, после устройства подвала средние фундаменты здания не нагружаются, а, наоборот, разгружаются.

Дополнительная нагрузка на боковые колонны от веса вновь возведенных наружных стен подвала высотой 3,0м и толщиной 0,25м из монолитного железобетона определялась исходя из предположения, что вес стен полностью будут передаваться на фундаменты (наихудший случай). Тогда при шаге колонн 6,0м и высоте подвала 3,0м, распределяя вес стены поровну на два фундамента, нагрузка на каждую из них будет равна

$N_{ст}$ = 3,0 х 3,0 х 0,25 х 2,5 = 5,6 т

Дополнительная нагрузка на наружные фундаменты значительно меньше разгружающей нагрузки, следовательно, после устройства подвала фундаменты здания не нагружаются, а, наоборот, разгружаются.

8. Заключение. Устройство подвального помещения не приводит к дополнительному нагружению существующих фундаментов реконструируемого здания, а наоборот, они разгружаются за счёт снятия веса грунта обратной засыпки на уступах.

Ключевые слова: обследование, реконструкция, подвал, фундамент, нагрузка

Keywords: survey, reconstruction, basement, foundation, load

Рузиев Ахмадхон – к.т.н., доцент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического Университета имени академика М.С. Осими, ruziev51@mail.ru.

Akhmadkhon Ruziev - Ph. D., associate Professor of the Department "Underground structures, foundations"of Tajik technical University. M.S. Oshimi, ruziev51@mail.ru.

Для цитирования:

А. Рузиев. Опыт устройства подвального помещения в функционирующем здании фабрики «Ширин» в г. Душанбе / А. Рузиев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 414 - 424.

Citation:

A. Ruziev. Experience of the device of the basement room in the functioning building of the «Shirin» factory in Dushanbe / A. Ruziev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 414 - 424.

УДК 622.83

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОДЗЕМНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

С.В. Сергеев, С.С. Викторова
ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия
И.В. Синица, А.В. Зинченко
ОАО «ВИОГЕМ», г. Белгород, Россия

Аннотация

При возведении подземных сооружений в условиях тесной городской застройки должны обеспечиваться сохранность существующих близко расположенных сооружений. Поэтому большое значение приобретает прогноз деформаций сооружений, которые попадают в зону влияния подземного строительства. Эти конструкции проектируют с учетом требований СНиП на конструкции из соответствующих материалов. Применение комбинированных подземных конструкций позволяет решить этот вопрос с минимальными затратами.

THE DEFORMATION COMBINED UNDERGROUND BUILDING STRUCTURES

Annotation

During the construction of underground structures in dense urban environment should be ensured the preservation of existing closely spaced built. Therefore, great importance is the prediction of deformations of structures that fall within the zone of influence of underground construction. These designs are designed with the requirements of SNiP on the design of appropriate materials. The use of combined underground structures allows us to solve this issue with minimal cost.

К комбинированным конструкциям относятся подземные оболочки из металла (сталь, чугун) и бетона. При строительстве таких сооружений необходимо учитывать то, что их нагружении начинается с момента бетонирования. При этом, бетон на ранней стадии нагружения обладает свойством ползучести. Для оценки напряженного состояния конструкции от внешнего давления необходимо выделить деформации ползучести от общих деформаций. Нами предложен и апробирован способ выявления и измерения деформаций ползучести в комбинированных конструкциях (Патент РФ 2483275). Сущность

метода заключается в размещении струнных деформометров по периметру конструкций, равноудаленных друг от друга (Рис. 1).

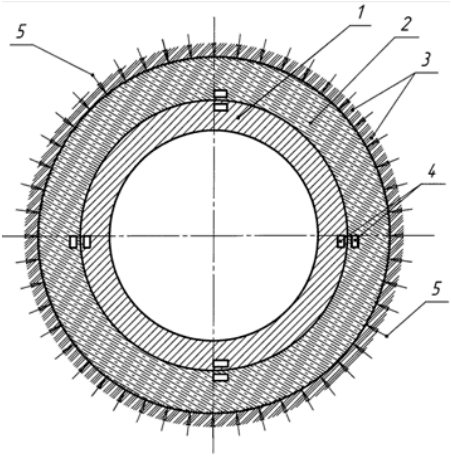


Рис. 1 Схема размещения датчиков деформации в комбинированной цилиндрической оболочке:
1 – металлический цилиндр; 2 – слой бетона, контролируемый на предмет возникновения ползучести; 3 – массив грунта; 4 – струнные деформометры.

Они размещаются попарно в металл и бетон в тангенциальном направлении. Деформирование металла и бетона начинается одновременно, с момента твердения бетона.

Проведение периодических измерений производится посредством опроса каждой пары датчиков. В результате фиксируют проявление текучести или ползучести бетона при условии, что величина его деформации в течение некоторого периода времени растет при меньшем или нулевом росте величины деформации металла в этом же месте. Величины деформации текучести или ползучести определяют по формуле:

$$\varepsilon_{m/n} = (|\varepsilon_1| - |\varepsilon_2|) > 0 \qquad (1)$$

где, $|\varepsilon_1|$ - абсолютная величина деформации металла, $|\varepsilon_2|$ - абсолютная величина деформации бетона.

Натурные эксперименты показали, что в зоне упругих деформаций обоих материалов элементов конструкции показания в каждой паре датчиков совпадают. Заметные различия в деформации возникают, когда с ростом нагрузки в бетоне начинает проявляться

текучесть и затем ползучесть, то есть нелинейность деформации от нагрузки, в то время как металл деформируется все также по линейному закону.

Оценка разности деформаций в парах датчиков позволяет вовремя принять меры по предотвращению разрушения бетона. На рис. 2 приведены графики деформации комбинированной оболочки.

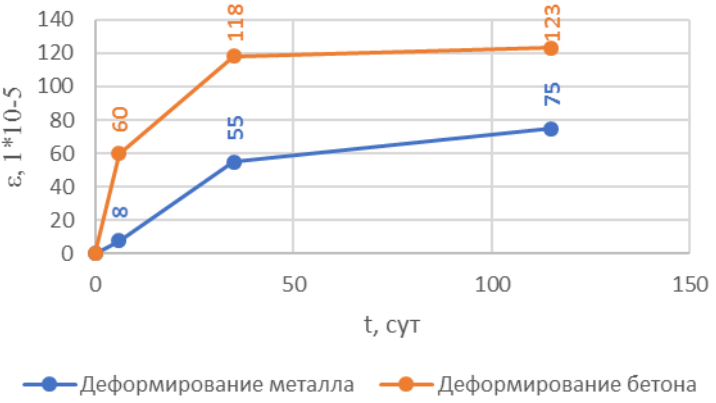


Рис. 2 Графики тангенциальных деформаций слоев комбинированной оболочки

Расчет деформаций ползучести бетона:

$$\varepsilon_{m/n} = (|\varepsilon_2| - |\varepsilon_2|) = 123 \cdot 10^{-5} - 75 \cdot 10^{-5} = 48 \cdot 10^{-5} > 0$$

СП 63.13330.2012 [3] предполагает производить расчет напряжений в бетоне через модуль упругости бетона с учетом коэффициента ползучести:

Коэффициент ползучести зависит от класса бетона и относительной влажности воздуха окружающей среды. При классе бетона В30 и влажности воздуха 75%, $\varphi_{b,cr}$= 2,3.

$$E_{b,\tau} = E_b / (1 + \varphi_{b,cr}) = 32500 / (1 + 2{,}3) = 107250 МПа \quad (2)$$

где, $\varphi_{b,cr}$ - коэффициент ползучести бетона;

E_b - модуль упругости бетона, МПа;

$E_{b,\tau}$ - модуль упругости бетона с учетом деформаций ползучести, МПа.

Определим тангенциальные напряжения в бетоне с учетом ползучести:

$$\sigma_б = E_{b,\tau} \cdot \varepsilon_2 = 107250 \cdot 123 \cdot 10^{-5} = 131{,}9\ \text{МПа} \quad (3)$$

Деформации бетона с учетом деформаций ползучести должны быть равны величине $75 \cdot 10^{-5}$. Определим деформации бетона через модуль упругости бетона:

$$\varepsilon_2 = \sigma_б / E_b = 131{,}9 / 32500 = 410 \cdot 10^{-5} \quad (4)$$

Равенства деформаций бетона и металла не наблюдается. Следовательно, расчет комбинированных подземных оболочек должен производится только по результатам экспериментальных определений деформаций ползучести.

Литература

1. Казикаев Д.М., С.В. Сергеев. Диагностика и мониторинг напряженного состояния крепи вертикальных стволов. – М.: Издательство «Горная книга», 2011. – 244с.

2. Патент РФ 2483275. Способ выявления и измерения деформации ползучести.

3. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.

Ключевые слова: подземные оболочки из металла и бетона; оценка напряженного состояния конструкции от внешнего давления; модуль упругости бетона; коэффициент ползучести.

Key words: underground covers from metal and concrete; assessment of tension of a design from external pressure; module of elasticity of concrete; creep coefficient.

Сергеев Сергей Валентинович, доктор технических наук, профессор кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары, Россия

Викторова Светлана Станиславовна, старший преподаватель кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Синица Игорь Владимирович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, ОАО «ВИОГЕМ», г. Белгород, Россия

Зинченко Алексей Владимирович, старший научный сотрудник ОАО «ВИОГЕМ», г. Белгород, Россия

Sergeyev Sergey Valentinovich, Doctor of Engineering, professor of department of "Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics", Faculty of Civil Engineering "Chuvash State University named after I.N. Ulyanova ", Cheboksary, Russia.

Viktorova Svetlana Stanislavovna, senior teacher of department of "Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics", Faculty of Civil Engineering "Chuvash State University named after I.N. Ulyanova ", Cheboksary, Russia.

Sinitsa Igor Vladimirovich, candidate of technical Sciences, leading researcher, JSC "VIOGEM", Belgorod, Russia.

Zinchenko Alexey Vladimirovich, senior researcher of JSC "VIOGEM", Belgorod, Russia

Для цитирования:

Сергеев С.В. Особенности деформирования комбинированных подземных строительных конструкций / С.В. Сергеев, С.С. Викторова, И.В. Синица, А.В. Зинченко // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 425 - 429.

Citation:

Sergeev S.V. The deformation combined underground building structures / S.V. Sergeev, S.S. Viktorova, I.V. Sinitsa, A.V. Zinchenko // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 425 - 429.

УДК 691.7

ВЫБОР ТИПА БУРОВЫХ СВАЙ ПО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

Н.С. Соколов
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия
ООО «Научно-производственная фирма "ФОРСТ", г. Чебоксары, Россия

Аннотация

Строительство зданий и сооружений, а также возведение отдельных этапов, как например, нулевой части или каркаса и т.д. производится по основополагающему принципу. Это выбор наиболее оптимального варианта – технически целесообразного и экономически эффективного. Доля строительства подземной части достигает 15÷20 % в общей сметной стоимости объекта. Поэтому выбор наиболее экономичного типа свайного фундамента играет преобладающую роль в надежной эксплуатации здания.

CHOICE OF DRILL PILES TYPE BY TECHNICAL AND ECONOMIC PARAMETERS

Abstract.

Construction of buildings and structures, as well as the construction of individual stages, as for example, zero parts, a frame and etc. produced by the fundamental principle. This is the best option – technically feasible and cost-effective. The share of construction of the underground part is 15÷20 % of the total estimated project cost. Therefore, the selection of the most economical type of pile foundation plays a predominant role in the reliable operation of the building.

Современные методы расчета оснований позволяют моделировать любую геотехническую задачу. Кроме того современное технологическое оборудование позволяет решить большинство проблем связанных с вопросами усиления оснований фундаментов, цементации грунтов, устройства свайных полей и ограждений котлованов и т.д. При этом должны быть учтены вопросы экологии, экономики, а также техники безопасности производства геотехнических работ.

В современной геотехнической практике наиболее часто используют буровые сваи. По классификации СП 24.13330.2011

«Свайные фундаменты» имеется множество разновидностей от «Микросвай» до буровых свай больших диаметров. Использование того или иного типа свай наиболее оптимально для конкретной инженерно-геологической ситуации, параметров вновь возводимого сооружения, реконструируемого объекта, наличия в зоне геотехнического влияния зданий и сооружений. Поэтому для технико-экономического выбора типа свай следует пользоваться наиболее приемлемыми общедоступными критериями.

Основными показателями, по которым отбирается тип буровых свай для использования на конкретном объекте, являются: 1) несущая способность F_d; 2) технологичность – возможность технологии и геотехнической организации производства работ в сложных инженерно-геологических условиях, а также в стесненных и особо стеснённых условиях; 3) Производительность устройства буровых свай.

Одним из основополагающих критериев для выбора типа буровых свай является их несущая способность F_d, определение которой производится по формуле (7.11) СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты».

$$F_d = \gamma_c \, (\gamma_{cR} R A + u \, \Sigma(\gamma_{cf} f_i h_i)), \qquad (1)$$

где γ_c - коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1; R - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа (тс/м^2), принимаемое по табл. 7.2 СП 24.13330.2011; A - площадь опирания сваи на грунт, м; u - наружный периметр поперечного сечения сваи, м; f_i - расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа (тс/м^2), принимаемое по СП 24.13330.2011; h_i – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; γ_{cf} - коэффициент условий работы грунта соответственно под нижним концом и по боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на значения расчетного сопротивления грунта и принимаемые по табл. 7.6 СП 24.13330.2011; γ_{cR} – коэффициент условий работы под нижним концом сваи согласно п. 7.26 СП 24.13330.2011.

Для сравнительных расчетов ниже рассмотрены **буроинъекционные сваи изготовленные по разрядно-импульсной технологии (ЭРТ)** без промежуточных уширений и с промежуточными уширениями, *буронабивные сваи погружаемые*

инвентарной трубой с теряемым наконечником, *буронабивные сваи с использованием обсадных труб* или проходных шнеков (SFA), а также *буронабивные сваи, выполняемые под защитой* глинистой рубашки.

Для каждого типа буровых свай должен быть использован **принцип интерактивного проектирования [1]** предполагающий следующую схему: «базовый проект – опытная площадка – корректировка **базового проекта**». Обычно в качестве опытной площадки принимается участок свайного поля включенного в состав базового проекта. В этом случае возможно избежание дополнительных затрат. Результаты натурных испытаний должны является основой проектирования подземных сооружений с применением типа буровых свай.

Несущая способность свай, изготавливаемых по применяемым в настоящее время технологиям, определяется как сумма величин несущих способностей по пяте и боковой поверхности. Последние зависят от геометрических параметров сваи (площади опирания и боковой поверхности) и инженерно-геологических характеристик грунтов, примыкающих к свае (расчетных сопротивлений грунта под пятой и по боковой поверхности сваи).

Существенное повышение несущей способности достигается в случае, если свая представляет собой конструкцию из нескольких уширений [2÷7] при этом нижнее уширение выполняется на пяте сваи увеличивая ее площадь, а верхние (по боковой поверхности) работают как дополнительные опоры, а несущая способность грунтов при опирании на них этими опорами значительно выше несущей способности этих же грунтов при трении о них боковой поверхности сваи. Практика изготовления таких свай показала их высокую эффективность. Несущая способность свай-ЭРТ с двумя уширениями в 1,5 - 2,5 раза выше, чем у свай, выполненных без уширений.

В качестве примера ниже приведены сравнительные расчеты несущей способности буроинъекционной сваи-ЭРТ с уширенной пятой и двумя уширениями вдоль ствола и буроинъекционной сваи-ЭРТ без уширений. Оба типа сваи имеют диаметр ствола 0,35 м и изготовлены в одних и тех же грунтовых условиях. С поверхности основания залегают суглинки с показателем текучести $I_L = 0{,}6$, под ними - суглинки с $I_L = 0{,}3$. Сваи заделаны в мелкие пески средней плотности.

Несущая способность буроинъекционной сваи-ЭРТ без уширений, рассчитанная по формуле (1), составила F_d = 1 170 кН. Для сваи-ЭРТ с многоместными уширениями при расчете по той же формуле она получилась равной F_d = 2 100 кН. Алгоритмы расчетов приведены в

рис. 1 и 2. (п. 1*). Нетрудно посчитать, что несущая способность при создании уширений в данном случае увеличилась в 1,79 раза.

Номер слоев	Наименование слоя	Обозн. слоя	Толщ. слоя, м	Схема к распределению F_d буроинъекционной сваи ЭРТ с многоместными уширениями	Толщина элем. слоя, м	z_i, м	J_L, д·в	f_i, кПа	$f_i h_i$, кН/м	z_{Ri}, м	R, кПа	γ_{cf}	γ_{cR}	Dc, м	$A_{зам}$, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
					d=2,0										
1	Суглинок	5,9		f_1 z_1	2,0	3,0	0,6	14,0	28,0						
				f_2 z_2 z_{R1}	1,8	4,9		17,0	30,6	5,8	830	1,1	1,3	0,36	0,110
2		4,6		f_3 z_3	1,5	6,6	0,3	43,0	64,5						
				f_4 z_4	1,5	8,1		44,0	66,0						
				f_5 z_5 z_{R2}	1,6	9,6		46,0	73,6	10,4	3500	1,1	1,3	0,34	0,100
3	Пески мелкие средней плотности	7,0		f_6 z_6	2,0	11,4		47,0	94,0						
				f_7 z_7	2,0	13,4		48,0	96,0						
				f_8 z_8	2,0	15,4		51,0	102,0						
				f_9 z_9 z_{R3} R	1,0	16,9		53,0	53,0	17,4	3000	1,3	1,3	0,48	0,18

Рис. 1. Схема к определению несущей способности F_d буроинъекционной сваи-ЭРТ с многоместными уширениями.

Ниже на рис. 2 приведены алгоритмы расчетов несущей способности F_d свай поз.: 2* - Для буронабивных свай при погружении инвентарной трубы с теряемым наконечником; 3* - Для буронабивных свай с использованием обсадных труб или проходных шнеков; 4* - Для буронабивных свай, выполняемых под защитой глинистой рубашки (рис. 2).

Номер слоев	Наименование слоя	Толщ. слоя, м	Обозн. слоя	Схема к распределению F_d буроинъекционной сваи ЭРТ без уширений	Толщина элем. слоя, м	z_i, м	J_{Li}, д.е	f_i, кПа	$f_i h_i$, кН/м	z_{Ri}, м	R, кПа	γ_{cf}			
												1*	2*	3*	4*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
					d=2,0										
1	Суглинок	5,9		f_1 z_1	2,0	3,0	0,6	14,0	28,0						
				f_2 z_2	1,8	4,9		17,0	30,6			1,1	0,8	0,7	0,6
2		4,6		f_3 z_3	1,5	6,6		43,0	64,5						
				f_4 z_4	1,5	8,1	0,3	44,0	66,0						
				f_5 z_5	1,6	9,6		46,0	73,6			1,1	0,8	0,7	0,6
3	Пески мелкие средней плотности	7,0		f_6 z_6	2,0	11,4		47,0	94,0						
				f_7 z_7	2,0	13,4		48,0	96,0						
				f_8 z_8	2,0	15,4		51,0	102,0						
				f_9 z_9 z_R R	1,0	16,9		53,0	53,0	17,4	3000	1,3	0,8	0,7	0,6

Рис. 2. Схема к определению несущей способности F_d буровых свай:

1* - Для буроинъекционных свай-ЭРТ без промежуточных уширений;

2* - Для буронабивных свай при погружении инвентарной трубы с теряемым наконечником;

3* - Для буронабивных свай с использованием обсадных труб или проходных шнеков;

4* - Для буронабивных свай, выполняемых под защитой глинистой рубашки.

Коэффициенты γ_{cf} взяты из табл. 7.6 СП 24.13330.2011.

Итак, несущая способность F_d буровых свай Ø 500 по грунту составляет:

- поз. 2*: F_d = 1,0 [1,0·3000·0,20+3,14·0,5·0,8(28,0+30,6+64,5+66,0+73,6+94,0+96,0+ +102,0+53,0)]=1352 кН; - поз. 3*: F_d = 1258 кН; - поз. 4*: F_d = 1160 кН.

Ниже в таблицу 1 сведены результаты расчетов F_d.

Таблица 1

№ п/п	Типы буровых свай	Диаметр, Ø, мм	Несущая способность, F_d, кН
1	Сваи-ЭРТ с промежуточными уширениями	350	2110
2	1* - Сваи-ЭРТ без промежуточных уширенй	350	1170
3	*2** - буронабивные сваи погружаемые инвентарной трубой с теряемым наконечником	500	1352
4	*3** - буронабивные сваи с использованием обсадных труб или проходных шнеков	500	1258
5	*4** - буронабивные сваи, выполняемые под защитой глинистой рубашки	500	1160

Анализируя результаты расчетов в табл. 3 можно сделать вывод о том, что свая-ЭРТ с двумя промежуточными уширениями вдоль ствола и одним уширением у пяты превосходит все остальные рассмотренные выше сваи в 1,6÷1,8 раза. Таким образом, количество свай в свайном поле из свай-ЭРТ с многоместными уширениями в 1,6÷1,8 раза меньше других типов свай. Учитывая, что в среднем стоимость 1 м^3 буронабивной сваи колеблется в интервале 25÷40 тыс. руб., то стоимость 17 метровой сваи (см. табл. 2) равна 85,0÷136,0 тыс. руб. Пересчитывая ее на 1 п/м буровой сваи сметная стоимость колеблется в пределах 5000÷8000 руб.

Ниже в табл. 2 приведены ориентировочные сметные стоимости вышеприведенных типов буронабивных и буроинъекционных свай.

Таблица 2

№ п/п	Типы буровых свай	Количество свай в свайно-плитном фундаменте, шт.	Длина свай, п/м	Общий погонаж, м	Стоимость п/м свай, руб.	Общая стоимость объекта, млн. руб.
1	*2** - буронабивные сваи погружаемые инвентарной трубой с теряемым наконечником	125	17,0	2125	5000÷8000	10,6÷17,0
2	*3** - буронабивные сваи с использованием обсадных труб или проходных шнеков	134	17,0	2278	5000÷8000	11,4÷18,2
3	*4** - буронабивные сваи, выполняемые под защитой глинистой рубашки	146	17,0	2482	5000÷8000	12,4÷19,9
4	1* - сваи-ЭРТ без промежуточных уширений	144	17,0	2448	3500÷6000	8,6÷14,7
5	Сваи-ЭРТ с многоместными уширениями	80	17,0	1360	3500÷6000	4,8÷8,2

Анализируя результаты расчетов в табл. 2 можно подытожить, что поз 4 и 5 наиболее конкурентоспособны по сравнению с другими типами буровых свай.

Вывод:

Таким образом, буроинъекционные сваи с многоместными уширениями изготавливаемые с использованием разрядно-импульсной технологии, имеют большое преимущество по сравнению с буронабивными и буроинъекционными сваями без уширений. За счет устройства уширений вдоль ствола и на пяте создается возможность увеличения несущей способности сваи в несколько раз в зависимости от типа грунтовых условий.

Литература

1. В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям). Издание второе, дополнительное. Санкт-Петербург. – 2012. 284 с.

2. Соколов Н.С., Соколов С.Н. Применение буроинъекционных свай при закреплении склонов // Материалы Пятой Всероссийской конференции “Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции” (НАСКР-2005) - 2005. г. Чебоксары: Изд-во Чувашского университета. С. 292-293.

3. Соколов Н.С. Метод расчета несущей способности буроинъекционных свай-РИТ с учетом «подпятников» // Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции “Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции” (НАСКР-2014) - 2014. г. Чебоксары: Изд-во Чувашского госуниверситета. С. 407-411.

4. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай-ЭРТ. // «ОФиМГ». – 2015. – №1. С. 10-13.

5. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об эффективности устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями с использованием электроразрядной технологии // Геотехника. 2016. № 2. Стр. 28-34

6. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Особенности устройства и расчета буроинъекционных свай с многоместными уширениями // Геотехника. №3. 2016. Стр. 60÷66.

7. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Технология устройства буроинъекционных свай повышенной несущей способности // Жилищное строительство. № 9. 2016. Стр. 11-14.

Ключевые слова: Сметная стоимость, себестоимость, буровая свая, разрядно-импульсная технология, несущая способность, буроинъекционная свая.

Keywords: estimated cost, self-cost, drilling pile, pulse-discharge technology, load bearing capacity, continuous flight augering pile.

Соколов Николай Сергеевич, канд.техн. наук, зав.кафедрой, доцент кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары, Россия. Директор ООО НПФ «ФОРСТ», г.Чебоксары, Россия.

Sokolov Nikolay Sergeevich, Ph.D. Sci., Head of the Department, Associate Professor of the Department of "Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics", Faculty of Civil Engineering "Chuvash State University named after I.N. Ulyanova ", Cheboksary, Russia. Director of NPF FORST, Cheboksary, Russia.

Для цитирования:
Соколов Н.С. Выбор типа буровых свай по технико-экономическим параметрам / Н.С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 430 - 438.

Citation:
Sokolov N.S. Choice of drill piles type by technical and economic parameters / N.S. Sokolov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 430 - 438.

УДК 691.7

ВЫБОР ТИПА СВАЙ УСИЛЕНИЯ СЛАБЫХ ОСНОВАНИЙ

Н.С. СОКОЛОВ
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия
ООО «Научно-производственная фирма "ФОРСТ", г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье рассматривается проблема строительства высокоскоростной магистрали (ВСМ) в долине рек Волга, Ока, Сура, Малая Цивиль, Большая Цивиль на основаниях со сложными инженерно-геологическими условиями с перемеживающимися слабыми грунтами (просадочные, биогенные представленные илами, торфами и сапропелями, набухающие и т.д.). Наличие в основании сильно деформируемых инженерно-геологических элементов усложняет безопасную эксплуатацию скоростных поездов. Предельно допустимая осадка земляного полотна при скоростях движения до 400 км/ч не должна превышать S_u = 15 мм. Для обеспечения требований безопасной эксплуатации подвижного состава ВСМ требуется армирование слабых оснований с передачей внешних нагрузок на инженерно-геологические элементы с высокой несущей способностью и низкой деформативностью.

CHOICE OF TYPE OF PILED STRENGTHENING OF WEAK BASES

Abstract

The article deals with the problem of building a high-speed highway in the valleys of the Volga, Oka, Sura, Malaya Tsivil and Bolshaya Tsivil rivers on the grounds with complex geotechnical conditions with intermittent weak soils (subsidence, biogenic represented by silts, peat and sapropel, swelling and Further). The presence of highly deformable engineering-geological elements at the base complicates the safe operation of high-speed trains. The maximum permissible draft of the subgrade at speeds of up to 400 km / h should not exceed Su = 15 mm. To ensure the requirements for the safe operation of the rolling stock of high-speed rail, reinforcement of weak bases with the transfer of external loads to engineering-geological elements with high bearing capacity and low deformability is required.

Освоение территорий прилегающих к долинам рек Волга, Ока, Сура, Малая Цивиль, Большая Цивиль и их притокам является сложной геотехнической проблемой для целей возведения скоростных железнодорожных магистралей. В данной статье рассматривается возможность их возведения по территории Средней Волги от г. Нижнего Новгорода до г. Чебоксары.

Проектируемая трасса проходит в пределах Волго-Уральского свода - одной из крупнейших положительных структур Русской платформы.

В течение четвертичного времени различные части рассматриваемой территории находились в различных климатических условиях и подвергались воздействию разнообразных физико-географических процессов. Северная часть её неоднократно подвергалась оледенениям, а южная - воздействию трансгрессий Каспийского моря. Эти различные условия наложили свой отпечаток на характер четвертичного покрова территории. В северо-западной части её широко развиты ледниковые и водно-ледниковые образования, в средней - аллювиальные и элювиально-делювиальные, а в самой южной - морские лиманные отложения. В толще четвертичных отложений находятся торф, кирпичные глины, песок, песок с прослоями гравия, суглинки и глины (в надпойменных террасах Волги, Суры и Цивиля).

В районах Нижегородского и Чебоксарского Поволжья покровные отложения представлены лёгкими суглинками и тяжёлыми супесями характерного желтовато или буровато-палевого цвета с чётко выраженными признаками лессовидности (макропористость, столбчатая отдельность и др.) и просадочными свойствами. Обводненность пород комплекса незначительна и имеет спорадический характер.

Современные болотные отложения (bIV) распространены неравномерно на всей исследуемой территории. В обширных понижениях рельефа, приуроченных к долинам рек или низменностям в зоне лесов, образуются особенно крупные торфяники - торфяные бассейны. На рассматриваемой территории примерно в равном количестве встречаются низинные и верховые торфяники. Отложения представлены торфами и заторфованными грунтами. Средняя мощность болотных отложений от 2 до 3 м и может достигать до 10 м. На отдельных участках, где развиты болотные отложения, непосредственно с поверхности залегают болотные воды.

В соответствии с СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах», район коридора проектируемой трассы

железной дороги по степени сейсмической активности определён по шкале MSK-64 по Карте сейсмического районирования России ОСР-97-С (вероятность возможного превышения интенсивности землетрясений в течение 50 лет - 1%). Согласно приложения Б СП 14.13330.2014 расчётная сейсмическая интенсивность в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и степени сейсмической опасности С (1%) в течение 50 лет равна - 7 баллов для Чувашской Республики и 6 баллов для Нижегородской области.

Из экзогенных геологических процессов на территории Нижегородской области по площади распространения выделяется в первую очередь процесс овражной эрозии - оврагами поражено до 40% площади области, заболоченные территории занимают 30% от её площади, закарстованные - до 26%. Оползневым процессом наиболее поражены территории Богородского, Котовского, Павловского, Лысковского, Воротынского районов, правобережные склоны рек Оки и Волги. Карбонатный карст распространён преимущественно на юге области: в Первомайском, Дивеевском, Вознесенском районах, г. Сарове, карбонатно-сульфатный и гипсовый карст развивается преимущественно в г. Дзержинск, Заречной части г. Н.Новгород, в Павловском, Арзамасском и других районах.

Развитие процесса подтопления и заболачивания отмечается в той или иной степени по левобережью Чебоксарского и Горьковского водохранилищ, рек Оки и Волги, а также в пределах Фокинской и Лысковской низин на правобережье Чебоксарского водохранилища и Кстовской низины на Волжском правобережье.

Наиболее активное развитие оползневого процесса отмечалось на правобережье Чебоксарского водохранилища в районе населенных пунктов Бармино, Сомовка, Васильсурск, Хмелевка; на правобережье р.Оки в районе пст. Береговые Новинки, Новинки, Сартаково и др., на правобережье р.Волги в пределах Нагорной части г. Н.Новгород. В озёрной зоне Чебоксарского водохранилища, на участке II категории «Ва- сильсурск-Н», оползнеобразующими факторами которого являлись климатические условия и подземные воды, активность оползневого процесса остаётся по- прежнему самой высокой. В весенний период Сурский склон был полностью захвачен оползневым смещением. Активизация оползней произошла в основном в средней части склона и частично в верхней, вызвав деформацию жилого дома, расположенного в прибровочной части плато. Активизация оползней в нижней части склона была связана с подмывом основания склона и подземными водами.

Развитие речной эрозии и абразии отмечено в период половодья. На локальных участках отмечался сильный размыв берегов.

На территории Чувашской Республики проявляется широкий комплекс процессов. В их числе овражная, речная, береговая и плоскостная эрозия, оползневой, абразионный, карстовый, суффозионный и обвальный процессы, заболачивание, криогенное пучение, эоловая и речная аккумуляция, сезонная солифлюкция и др. Воздействие их ведёт к значительному изменению геологической среды и условий обитания, существенно затрудняет и ограничивает хозяйственную деятельность. Наиболее распространённым неблагоприятным геологическим процессом в пределах республики является овражная эрозия. Распределение оврагов отличается значительной неравномерностью. Наиболее поражена процессом северная часть республики. Плотность проявления активных форм здесь может достигать 11 единиц на 1 км^2.

Опасностью развития и высокой динамичностью характеризуются оползневые процессы. В разной степени ими поражено около 2% территории республики. Чаще распространение оползней диктуется наличием многочисленных речных и эрозионных систем. Наиболее крупные и многочисленные формы встречаются по бортам речных долин. Оползни весьма разнообразны по масштабам проявления и формам смещения. Наряду с блоковыми телами повсеместно развиты оползни- сплывы и оползни-потоки. Разветвлённая речная сеть определяет широкое развитие речной береговой эрозии. Этому процессу подвержено 3% территории республики. По имеющимся сведениям, скорость размыва берегов колеблется в пределах от первых сантиметров до 5,0-6,0 м в год. Образование заболоченных участков в пределах республики, связано с наличием избыточно увлажнённых поверхностей, либо зарастающих водоёмов. Наиболее широко процесс развит в долинах рек Волга и Сура. Общая площадь заболоченных участков на территории субъекта федерации составляет 0,2%.

К числу опасных процессов относится также карст. Степень подверженности территории республики его воздействию составляет 0,08%. Наиболее активное течение процесса отмечено в прибрежной зоне Куйбышевского водохранилища. Частота проявления открытых форм здесь может достигать 12 единиц на 1 км^2 площади побережья.

По результатам проведённых инженерно-геологических обследований территории, широко распространено морозное пучение грунтов. Особенно часто его воздействию подвержены дорожные сооружения. Местами их проявления являются участки развития пылеватых суглинков, избыточного увлажнения грунтов. В Чувашской

Республике по побережью Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ отмечено свыше 500 активных оврагов и промоин.

С учетом вышесказанного можно сделать вывод о том, что инженерно-геологические условия для строительства высокоскоростной магистрали на участке от г.Нижнего Новгорода представляет собой сложную геотехническую проблему. Для обеспечения нормативных значений несущей способности оснований и деформативности одной из рациональных технологий является армирование его с помощью заглубленных конструкций, таких как буровые сваи, изготавливаемые по различным технологиям [1÷3]. В работе [11] приводится алгоритм определения наиболее эффективной заглубленной конструкции.

Для наиболее оптимального решения рассматриваемой проблемы подходит принцип интерактивного проектирования [4] для каждого рассматриваемого типа буровых свай. Он предлагает следующую схему: «базовый проект - опытная площадка – корректировка **базового проекта**». Обычно в качестве опытной площадки принимается участок свайного поля, включенного в состав базового проекта. В этом случае возможно избежание дополнительных затрат. Результаты натурных испытаний должны являться основой проектирования подземных сооружений с применением типа буровых свай.

Следует отметить тот факт, что при принятии экономически обоснованного и технически целесообразного типа заглубленных конструкций должны быть идентичные входные данные. Это: 1 - одинаковость отметок заложений нижнего конца и верха свай; 2 - идентичность инженерно-геологических и гидрогеологических условий, 3 - соответствие внешних нагрузок во всех расчетных схемах. Часто наблюдаются случаи назначения различных длин для рассматриваемых типов в интерактивном проектировании. Определяющим условиям назначения отметок нижнего конца свай является обеспечение требуемых значений осадок усиленного основания согласно СП 22.13330.2011 «Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*».

Несущая способность свай, изготавливаемых по применяемым в настоящее время технологиям, определяется как сумма величин несущих способностей по пяте и боковой поверхности. Последние зависят от геометрических параметров сваи (площади опирания и боковой поверхности) и инженерно-геологических характеристик грунтов, примыкающих к свае (расчетных сопротивлений грунта под пятой и по боковой поверхности сваи).

Для сравнительных расчетов в [11] рассмотрены **буроинъекционные сваи, изготовленные по разрядно-импульсной технологии (ЭРТ)** без промежуточных уширений и с промежуточными уширениями, **буронабивные сваи**, погружаемые инвентарной трубой с теряемым наконечником, **буронабивные сваи** с использованием обсадных труб или проходных шнеков (SFA), а также **буронабивные сваи**, выполняемые под защитой глинистой рубашки.

Существенное повышение несущей способности достигается в случае, если свая представляет собой конструкцию из нескольких уширений [5÷11], при этом нижнее уширение выполняется по пяте сваи, увеличивая ее площадь и верхнее (по боковой поверхности) работают как дополнительные опоры, а несущая способность грунтов при опирании на них этими опорами значительно выше несущей способности этих же грунтов при трении о них боковой поверхности сваи. практика изготовления таких свай показала их высокую эффективность. Несущая способность свай ЭРТ с двумя уширениями в 1,5-2,5 раза выше, чем у свай, выполненных без уширений.

В таблице 1 приведены результаты расчетов для выбора типа сваи для армирования оснований высокоскоростной магистрали (ВСМ).

Таблица 1

Типы буровых свай	Количество свай в свайно-плитном фундаменте, шт.	Длина сваи, п/м	Общий погонаж, м	Стоимость п/м сваи, р.	Общая стоимость объекта, млн.р.
2* - буронабивные сваи, погружаемые инвентарной трубой с теряемым наконечником	125	17	2125	5000-8000	10,6-17
3* - буронабивные сваи с использовавнием обсадных труб или проходных шнеков	134	17	2278	5000-8000	11,4-18,2
4* - буронабивные сваи, выполняемые под защитой глинистой рубашки	146	17	2482	5000-8000	12,4-19,9
1* - сваи ЭРТ без промежуточных уширений	144	17	2448	3500-6000	8,6-14,7
Сваи ЭРТ с многоместными уширениями	80	17	1360	3500-6000	4,8-8,2

Литература

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17-20.

2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Георекон струкция, 2010. 551 с.

3. Тер-Мартиросян З.Г. Механика грунтов. М.: АСВ, 2009. 550 с.

4. В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям). Издание второе, дополнительное. Санкт-Петербург. – 2012. 284 с.

5. Соколов Н.С., Соколов С.Н. Применение буроинъекционных свай при закреплении склонов // Материалы Пятой Всероссийской конференции “Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции” (НАСКР-2005) - 2005. г. Чебоксары: Изд-во Чувашского университета. С. 292-293.

6. Соколов Н.С. Метод расчета несущей способности буроинъекционных свай-РИТ с учетом «подпятников» // Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции “Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции” (НАСКР-2014) - 2014. г. Чебоксары: Изд-во Чувашского госуниверситета. С. 407-411.

7. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай-ЭРТ. // «ОФиМГ». – 2015. – №1. С. 10-13.

8. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об эффективности устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями с использованием электроразрядной технологии // Геотехника. 2016. № 2. Стр. 28-34

9. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Особенности устройства и расчета буроинъекционных свай с многоместными уширениями // Геотехника. №3. 2016. Стр. 60÷66.

10. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Технология устройства буроинъекционных свай повышенной несущей способности // Жилищное строительство. № 9. 2016. Стр. 11-14.

11. Соколов Н.С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай // Жилищное строительство. №5. 2017. Стр. 34-38.

Ключевые слова: сложные инженерно-геологические условия, высокоскоростная магистраль (ВСМ), буровые сваи, электроразрядная технология (ЭРТ).

Keywords: complex engineering and geological conditions, high-speed highway (BCM), drilling piles, electric discharge technology (EIR).

Соколов Николай Сергеевич, канд.техн. наук, зав.кафедрой, доцент кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары, Россия. Директор ООО НПФ «ФОРСТ», г. Чебоксары, Россия.

Sokolov Nikolay Sergeevich, Ph.D. Sci., Head of the Department, Associate Professor of the Department of "Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics", Faculty of Civil Engineering "Chuvash State University named after I.N. Ulyanova ", Cheboksary, Russia. Director of NPF FORST, Cheboksary, Russia.

Для цитирования:

Соколов Н.С. Выбор типа свай усиления слабых оснований / Н.С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 439 - 446.

Citation:

Sokolov N.S. Choice of type of piled strengthening of weak bases / N.S. Sokolov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 439 - 446.

УДК 691.7

СЛУЧАЙ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Н.С. Соколов
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия,
ООО «Научно-производственная фирма "ФОРСТ", г. Чебоксары, Россия

Аннотация

Электроразрядная технология (ЭРТ) имеет широкие возможности в геотехническом строительстве. Она обладает рядом технологических преимуществ. Буроинъекционные сваи ЭРТ имеют повышенные значения несущей способности, как по грунту, так и по материалу благодаря максимальному включению окружающего сваю грунта в совместную работу. В отличие от других типов свай поперечное сечение сваи ЭРТ имеет дополнительно зоны цементации и уплотнения. Благодаря этим зонам удельная несущая способность по грунту данных свай превосходит в два и более раз несущую способность других типов свай. Это свойство особенно актуально при реконструкции объектов в случае надстройки этажей. При использовании свай ЭРТ количество надстраиваемых этажей превосходит несколько раз по сравнению с другими типами буроинъекционных свай с теми же параметрами (диаметр, глубина). В рассматриваемой работе приведен пример использования буроинъекционных свай ЭРТ при надстройке четырех дополнительных этажей двухэтажного общественного здания. Статья является обзорной.

THE CASE OF STRENGTHENING THE FOUNDATION OF THE FOUNDATIONS IN CONSTRUCTED CONDITIONS

Abstract.

Electric discharge technology (EDT) has ample opportunities in geotechnical construction. It has a number of technological advantages. EDT brown injection piles have increased values of bearing capacity, both on the ground and on the material due to the maximum inclusion of the surrounding soil pile in the joint work. Unlike other types of piles, the cross section of the pile EDT has in addition cementation and compaction zones. Thanks to these zones, the specific bearing capacity for the soil of these piles exceeds two or more times the bearing capacity of other types of piles.

This property is especially important for the reconstruction of objects in the case of superstructure floors. When using EDT piles, the number of superstructured floors exceeds several times in comparison with other types of brown injection piles with the same parameters (diameter, depth). In this paper, an example is given of the use of EDT bore-injection piles when adding four additional floors of a two-story public building. The article is an overview.

Реконструкция зданий и сооружений в стесненных условиях является особо актуальной проблемой. Этот вид строительства в большинстве случаев предполагает усиление основания фундаментов, цементацию тела фундаментов, а также восстановление несущей способности строительных конструкций выше нулевой отметки с возможностью увеличения их несущей способности. При надстройке дополнительных этажей остро проявляется актуальность усиления основания фундаментов, как правило, с помощью буроинъекционных свай как наиболее востребованных для этих целей заглубленных железобетонных конструкций. Наиболее приспособленными строительными конструкциями в настоящее время в качестве свай усиления являются буроинъекционные сваи ЭРТ изготавливаемые по электроразрядным технологиям. Несущая способность по грунту F_d у свай ЭРТ превосходит F_d других типов свай в 2,0 и более раз [1÷4].

С учетом этого использование других типов буроинъекционных свай в связи с их низкой несущей способностью чаще всего неоправданно. В настоящей статье приводится пример усиления основания фундаментов 2-х этажного кирпичного здания с размерами в плане 45,2×10,3 м для случая надстройки четырех дополнительных этажей. В качестве заглубленных конструкций усиления основания фундаментов использованы буроинъекционные сваи ЭРТ диаметром Ø = 150 мм и 200 мм длиной от 11,0 м до 18,0 м.

Технологическая последовательность изготовления свай ЭРТ приведена на рис. 1. Здесь поз 1÷18 и t_1, t_2, t_3, t_4 расшифрованы в табл. 1.

Более подробно разработана технология производства свай-ЭРТ в табл.2.

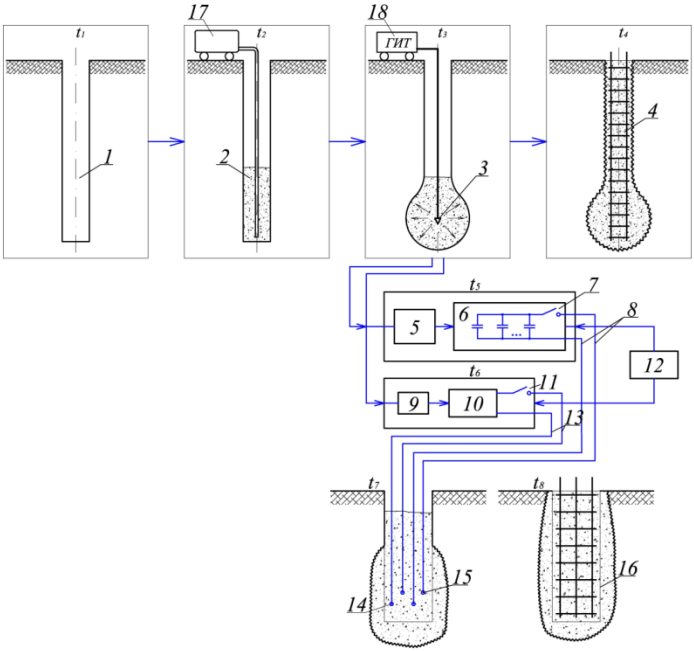


Рис. 1. План-схема устройства буроинъекционных свай-ЭРТ

Таблица 1

№ поз.	Наименование позиции
1.	Буровая скважина
2.	Мелкозернистый бетон
3.	Излучатель (разрядник) энергии
4.	Пространственный армокаркас
5.	Зарядно-выпрямительное устройство
6.	Емкостной высокоэнергетический накопитель электроэнергии
7.	Коммутатор накопления электроэнергии
8.	Питающий низковольтный кабель
9.	Зарядно-выпрямительное устройство
10.	Маломощный высоковольтный источник
11.	Коммутатор маломощного высоковольтного источника

12.	Блок синхронизации
13.	Кабель
14.	Источник с дополнительным инициирующим электродом, размещенным в разряднике
15.	Область формирования электрического разряда
16.	Выполненная свая ЭРТ
17.	Пневморастворонагнетатель
18.	Генератор импульсных токов
t_1, t_2, t_3, t_4	Стадии изготовления буроинъекционной сваи ЭРТ

В геоморфологическом отношении участок строительства расположен в пределах древнеаллювиальной террасы Клязьмо - Яузского протока. Поверхность участка характеризуются абсолютными отметками +139.117-140.16м.

На основании исходных данных геологический разрез площадки до исследованной глубины (22.0м) выделено 15 инженерно-геологических элементов - ИГЭ: ИГЭ №1 - Техногенные грунты (tQIV); ИГЭ №2 - Песок пылеватый. ср. плотности, водонасыщенный (a-QIII); ИГЭ №3 - Песок мелкий. ср. плотности. водонасыщенный (a-QIII); ИГЭ №4 - Песок ср.крупности. ср. плотности, водонасыщенный (a-QIII); ИГЭ №5 - Песок гравелистый. ср. плотности. влажный (a-QIII); ИГЭ №6 - Суглинок песчанистый с прослоями песка. гравием. мягкопластичный (g-QII); ИГЭ №7 - Суглинок песчанистый, с прослоями песка, гравием. тугопластичный (g-QII); ИГЭ №8 - Суглинок с прослоями песка, мягкопластичный (f-QII); ИГЭ №9 - Суглинок с прослоями песка, тугопластичный (f-QII); ИГЭ №10 - Супесь с прослоями песка, пластичная (f-QII); ИГЭ №11 - Песок пылеватый. ср.плотности, водонасыщенный (f-QII); ИГЭ №12 - Песок мелкий. ср.плотности. влажный (f-QII); ИГЭ №13 - Песок ср.крупности. ср.плотности. водонасыщенный (f-QII); ИГЭ №14 - Глина. тугопластичная (J3); ИГЭ №14 - Глина. полутвердая (J3).

Гидрогеологические условия территории до глубины 22.0м характеризуются распространением подземных вод надморенного и надъюрского водоносных горизонтов.

По данным результаты химических анализов проб воды, отобранных непосредственно на исследуемом участке. В соответствии по СНиП 2.03.11-85 [5] подземные воды надморенного водоносного горизонта по коррозионным свойствам характеризуются: - по

отношению к бетону нормальной плотности марки W4 - неагрессивная по всем показателям; - по отношению к ж/б конструкциям - слабо- и среднеагрессивная при периодическом смачивании.

Анализ инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства позволил определить несущую способность свай ЭРТ. В связи со сложностью залегания инженерно-геологических элементов длина свай ЭРТ принята различной в зависимости от отметок залегания кровли несущего слоя (ИГЭ №5).

Кроме того характер напластований ИГЭ, отметок уровня подземных вод, а также их физико-механические характеристики позволили выбрать тип проходки буровых скважин для устройства свай ЭРТ.

Таблица 2

Алгоритм устройства буроинъекционных свай ЭРТ усиления.

№	Наименование алгоритма	Этапы устройства буроинъекционных свай ЭРТ усиления
1.	Конструирование буроинъекционных свай ЭРТ	**1.1. Относительной отметке 0.000** соответствует абсолютная отметка 142.00; **1.2. Максимально допустимая вертикальная** расчетная нагрузка на сваи Ср-11-20, Ср-12-20 N=250 кН; Ср-16-15, Ср-17-15, Ср-18-15 N=300 kH; **1.3. Сваи вертикальные** сплошного сечения диаметром бурения 150 и 200мм, армированы на всю высоту арматурными каркасами; **1.4. Принятая маркировка свай**: Ср-11-20 (длина 11м, буровой диаметр 200мм), Ср-12-20 (длина 12м, буровой диаметр 200мм), Ср-16-15 (длина 16м, буровой диаметр 150мм), Ср-17-15 (длина 17м, буровой диаметр 150мм), Ср-18-15 (длина 18м, буровой диаметр 150мм); **1.5. Заделка оголовка** сваи в железобетонный ростверк 50мм.

2.	Материалы буроиъекционных свай ЭРТ	**2.1. Для свай использовать** самоуплотняющиеся мелкозернистые бетонные смеси класса по прочности В25, марка по водонепроницаемости не ниже W6 в соответствии с ГОСТ 26633-2012 [6], приготовленным на строительной площадке или на специализированных бетонных заводах. **2.2. Бетонная смесь должна** соответствовать требованиям ГОСТ 7473-2010 [7] **2.3. Удобоукладываемость** бетонной смеси П4…П5, проверяется по конусу АЗНИИ. **2.4. Водоотделение** бетонной смеси не более 2%. **2.5. Бетонная смесь** не должна иметь включений щебня и гравия размером более 10мм. **2.6. Для бетонных смесей** использовать портландцемент без минеральных добавок марки по прочности не ниже М500. **2.7. Заполнителем для бетона** служит кварцевый песок. Допускается применение чистых мелких песков с модулем крупности не менее 1.7. **2.8. При изготовлении свай ЭРТ** допускается использовать следующие добавки: суперпластификаторы, ускорители твердения, замедлители схватывания, ингибиторы коррозии и противоморозные добавки. **2.9. Вода для бетонной** смеси водопроводная и техническая, не содержащая сахаров и фенолов более 10 мг/л, нефтепродуктов и жиров. Водородный показатель (pH) от 4 до 12,5. **2.10. Запрещается** добавлять в бетонную смесь воду для

		увеличения ее подвижности. **2.11. Подбор состава** бетонной смеси с определением состава и количества добавок выполняется строительной лабораторией. **2.12. Армирование свай** предусмотрено на всю длину и выполняется отдельными секциями из пространственных сварных каркасов. Соединение каркасов между собой выполнять внахлестку с помощью вязальной проволоки. **2.13. В качестве продольных стержней** пространственного каркаса принята арматура диаметром 14мм класса А500Е. Поперечное армирование из арматуры диаметром 8мм класса А240. Защитный слой бетона не менее 30мм. **2.14. Жесткость пространственного** каркаса обеспечивается стальными кольцами из труб диаметрами по 108мм с толщиной стенки не менее 4мм. **2.15. Для обеспечения** защитного слоя бетона предусмотрены центраторы из стальных полос шириной по 20мм толщиной 4мм в количестве не менее 3-х в одном поперечном сечении арматурного каркаса с шагом по длине каркаса не более 2м. **2.16. Ручная дуговая сварка** элементов пространственного каркаса между собой осуществляется электродами типа Э42А, Э46А, 350А. 2.17. Для изготовления сварных каркасов применять арматуру из стали марки 35ГС запрещается.

3.	Изготовление свай ЭРТ	**3.1. Технологическая последовательность** изготовления свай включает следующие операции: Формирование скважины требуемой глубины и диаметра шнековым бурением; Заполнение скважины бетонной смесью; Электроразрядная обработка скважины, заполненной бетонной смесью; Установка пространственных каркасов с одновременной их стыковкой между собой; Уход за бетоном оголовка. **3.2. Допускается выполнять** электроразрядную обработку скважины после установки арматурных каркасов. **3.3. При устройстве свай** последующая скважина должна устраиваться не менее чем за 1,5м от предыдущей. Бурение скважин рядом с ранее изготовленными сваями допускается лишь по прошествии не менее 48 часов после окончания бетонирования последних. **3.4. До начала работ должны** быть обозначены охранные зоны существующих подземных и воздушных коммуникаций, а также подземных сооружений с указанием охранной зоны, устанавливаемой в соответствии с п.3.22 СНиП 3.02.01-87 [8]. **3.5. В случае обнаружения не** указанных в проекте подземных сооружений, коммуникаций или обозначающих их знаков работы должны быть приостановлены, на место работы вызваны представители заказчика и организаций, эксплуатирующих обнаруженные

		коммуникации, и приняты меры по предохранению обнаруженных подземных устройств от повреждения. Допускается вынос заказчиком существующих коммуникаций из зоны производства работ при наличии письменного разрешения эксплуатирующих организаций.
4.	Формирование скважины бурением	**4.1 Бурение шнековое следует выполнять** в соответствии с проектом производства работ. **4.2 Установка для бурения** - УБГ-СГ "БЕРКУТ" или "Аллигатор". **4.3 В процессе бурения** следует контролировать параметры грунта но глубине - установить характеристики грунта основания по остатком грунта на элементах бурового инструмента, зафиксировать этот факт соответствующей записью в журнале свайных работ. Установить соответствие грунта, обнаруженного в забое скважины и учтенного в проекте в основании сваи. При несоответствии глубины заделки бурового инструмента в этот грунт, а также при наличии по длине скважины неустойчивых грунтов, приостановить работы и пригласить представителей проектной организации для принятия решения (корректировка длины, изменение количество свай и т.д.). Работы можно продолжить только после получения разрешения представителя авторского надзора, которое должно быть оформлено в Журнале авторского надзора. **4.4**

		Подъем бурового инструмента следует проводить медленно после того, как будет установлено, что в забое скважины не создается пониженное давление относительно бытового дробления грунта. **4.5. Бетонирование скважин** должно производиться не позднее 8 носов после окончания бурения. При невозможности бетонирования в указанный срок бурение скважин начинать не следует, а уже начатых прекратить.
5.	Бетонирование свай ЭРТ	**5.1. Бетонирование производится** через бетонолитную колонну диаметром не менее 40мм, опускаемую до забоя скважины. После достижения забоя, скважина должна быть промыта бетонной смесью. Промывка бетонной смесью продолжается до прекращения всплытия частиц грунта. **5.2. Приготовление мелкозернистого** бетона производить на строительной площадке непосредственно перед его нагнетанием в скважину. Для приготовления и подачи бетона применяется пневморастворонагнетатель ПРН-500 (ПРН-300). **5.3. Следует контролировать** объем закачиваемой в скважину бетонной смеси, сопоставляя его с проектным, и объемом выбуренного грунта, причем объем закачанной в скважину бетонной смеси должен превышать объем выбуренного грунта. **5.4 Перерывы в подаче**

		отдельных порций бетонной смеси не должны превышать срока схватывания, установленного лабораторией. **5.5 Не допускается** понижение уровня бетонной смеси более 0.5м ниже устья скважины.
6.	Электроразрядная обработка скважины, заполненной бетонной смесью	**6.1. Мощность накапливаемой энергии** должна быть не менее 40кДж. **6.2. Обработка забоя:** электродная система устанавливается на забой скважины; производится серия из 15 электровзрывов и до падения уровня бетонной смеси в скважине не менее 20см; проверяется степень уплотнения разрушенного буровым инструментом грунта на "отскок", для чего электродная система устанавливается на грунт в забое скважины, после разряда определяется величина погружения ее в грунт. При погружении электродной системы в грунт основания за 3 электровзрыва менее 3 см - грунт принимается соответствующим требованию средней плотности. При осадке электродной системы более 3 см продолжить электроразрядную обработку скважины и через 10 разрядов повторить проверку "на отскок". После достижения осадки менее 3 см, приступить к обработке ствола сваи. При снижении уровня бетонной смеси ниже устья скважины следует долить бетонную смесь. После окончания электроразрядной обработки забоя скважины следует замерить

		(просуммировать) общий уровень снижения бетона в устье скважины. **6.3. Формирование тела сваи** по длине ствола выполнять ярусами с шагом ярусов электроразрядднной обработки 1.0м и количестве электровзрывов на каждом горизонте не менее 5. Верхняя часть ствола сваи на глубину 2,0м электроразрядной обработке не подвергается. **6.4. В процессе формирования тела** сваи необходимо периодически доливать бетонную смесь до устья скважины. Долив смеси производить после перемещения излучателя вверх на новый горизонт и снижения уровня бетонной смеси. **6.5. По результатам контроля падения** уровня бетонной смеси в опытной скважине или объема добавляемой бетонной смеси и сейсмических возмущений в зоне формирования геотехнического элемента, при необходимости, следует откорректировать программу обработки свай электрическими разрядами.
7.	Монтаж пространственных каркасов	**7.1. Нижнюю секцию** арматурного каркаса погружают в скважину и вывешивают для соединения со второй секцией. Верхнюю секцию устанавливают соосно нижней, и секции стыкуют между собой**. 7.2. Необходимо контролировать** положение арматурного каркаса после установки его в проектное положение. Каркас закрепить от погружения и смещения в

		плане. **7.3. При погружении арматурного** каркаса в скважину допускается: вращение каркаса вокруг продольной оси; использование вибраторов, вибропогружателей общей мощностью до 5кВт; поднятие на высоту до 4м и опускание каркаса погружение "в расходку". **7.4. Если при погружении арматурного** каркаса в скважину, встретится препятствие и каркас не будет погружаться, следует: арматурный каркас извлечь из скважины; установить заливочную колонну на забой скважины; промыть скважину бетонной смесью, до выхода на поверхность комков разуплотненного грунта; убрать заливочною колонну; опустить арматурный каркас в скважину. **7.5. Секции каркасов перед** установкой следует очистить от случайно налипшего на него грунта.
8.	Уход за бетоном	**8.1. В течение первых двух** суток после изготовления сваи следует контролировать уровень бетонной смеси в скважине и периодически через трубу-инъектор доливать бетонную смесь до устья скважины. **8.2. При формировании оголовков** свай каждый слой бетонной смеси следует укладывать до начало схватывания бетона предыдущего слоя. **8.3. Сразу после окончания бетонирования,** выступающие над поверхностью земли оголовки свай, включая выпуски

		арматуры, следует укрывать паро-теплоизоляционными материалами. В процессе работ выпуски арматурного каркаса необходимо защищать от загрязнения. **8.4. В начальный период ухода** свежеуложенная бетонная смесь в оголовках свай должна быть защищена от обезвоживания укрытием влагонепроницаемым материалом. **8.5. Бетон выше уровня проектной отметки** оголовка сваи отбивается после набора не менее 70% прочности непосредственно перед устройством ростверка.
9.	Производство бетонных работ при отрицательной температуре воздуха	**9.1. За три дня до производства** бетонных работ, в случае ожидания среднесуточной температуры воздуха ниже +5 °С или минимальная суточная температура ниже 0 °С предусматривать в бетонные смеси противоморозные добавки. **9.2. Бетонная смесь** с противоморозными добавками при укладке должна иметь температуру не ниже +10 °С. **9.3. При температуре грунта** ниже температуры воздуха количество противоморозных добавок должна вводиться из расчета минимальной прогнозируемой температуры воздуха или грунта к моменту достижения бетоном необходимой прочности. **9.4. Для снижения теплопотерь** в процессе твердения бетона после погружения в скважину выходящая на поверхность часть арматурного каркаса должна быть

		утеплена. **9.5. Не допускается перегрев** бетона свай (нагрев более 70 °С). **9.6. В течение 4 часов** после установки арматурного каркаса в скважину следует доливать бетонную смесь**. 9.7. Для исключения промораживания** грунтов при перерывах в работе открытые скважины должны быть изолированы от атмосферного воздуха. **9.8 После окончания работ** и перерывах в работе более 50 мин. шланги для подачи бетона промыть горячей водой, продуть сжатым воздухом и убрать в теплое помещение. До начала производства работ шланги развернуть, продуть сжатым воздухом и промыть горячей водой. **9.9. При температуре ниже -20 °С** работы по изготовлению свай ЭРТ должны быть остановлены.

Выводы:

Разработанный алгоритм устройства буроинъекционных свай ЭРТ усиления основания фундаментов является результатом длительных исследований и корректировок отдельных этапов, позиций за период более 20 лет производства геотехнических работ.

Литература

1. Соколов Н.С. Фундамент повышенной несущей способности с использованием буроинъекционных свай-ЭРТ с многоместными уширениями // Жилищное строительство. №9. 2017. Стр. 25-29.

2. Соколов Н.С., Викторова С.С. Исследование и разработка разрядного устройства для изготовления буровой набивной сваи // Строительство: Новые технологии – Новое оборудование №12. 2017, стр. 38-43.

3. Nikolay Sokolov, Sergey Ezhov, Svetlana Ezhova. Preserving the natural landscape on the construction site for sustainable ecosystem // Journal of applied engineering science 15 (2017) 4, 482. p. 518-523.

4. Соколов Н.С. Электроимпульсная установка для изготовления буроинъекционных свай // Жилищное строительство. 2018 №.1÷2 с. 62-66.

5. СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии», М.: Минрегион России, 2012.

6. ГОСТ 26633-2012 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия», М.: Стандартинформ, 2014.

7. ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия», М.: Стандартинформ, 2011.

8. СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты», М.: Минрегион России, 2012.

9. ГОСТ 18105-2012 «Бетоны правила контроля и оценки прочности», М.: Стандартинформ, 2012.

10. ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам», М.: Стандартинформ, 2013.

11. СНиП 12-01-2004 «Организация строительства», М.: ФГУП ЦПП, 2004.

12. СНиП 3.04.03-85 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии», Госстрой СССР - М: ГП ЦПП,1993.

13. СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции», Госстрой СССР, 1987.

14. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве», Госстрой России, 2001.

15. СНиП 12-04-2002 "Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство", Госстрой России, 2002.

16. ТР 50-180-06 Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполняемых с использованием разрядно-импульсной технологии для зданий повышенной этажности (сваи-РИТ), ГУП "НИИМосстрой" № 2006.

Ключевые слова: буроинъекционная свая ЭРТ, электроразрядная технология, реконструкция, несущая способность, инженерно-геологический элемент.

Keywords: ERT bored injection pile, electric discharge technology, reconstruction, bearing capacity, engineering-geological element.

Соколов Николай Сергеевич, канд.техн. наук, зав.кафедрой, доцент кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский

государственный университет имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары, Россия. Директор ООО НПФ «ФОРСТ», г.Чебоксары, Россия.

Sokolov Nikolay Sergeevich, Ph.D. Sci., Head of the Department, Associate Professor of the Department of "Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics", Faculty of Civil Engineering "Chuvash State University named after I.N. Ulyanova ", Cheboksary, Russia. Director of NPF FORST, Cheboksary, Russia.

Для цитирования:

Соколов Н.С. Случай усиления основания фундаментов в стесненных условиях / Н.С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 447 - 463.

Citation:

Sokolov N.S. The case of strengthening the foundation of the foundations in constructed conditions / N.S. Sokolov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 447 - 463.

УДК 691.7

СВАЯ-ЭРТ ИЗГОТОВЛЕННАЯ ПО ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Н.С. Соколов
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.
ООО «Научно-производственная фирма "ФОРСТ", г. Чебоксары, Россия.
С.С. Викторова, Г.М. Смирнова, Г.Н. Алексеева, И.П. Федосеева
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Аннотация

Буроинъекционная свая, изготовленная по разрядно-импульснойтехнологии (свая-ЭРТ) обладает рядом конкурентных преимуществ по сравнению с буроинъекционными сваями, изготавливаемыми по традиционным технологиям. Это:

1) Повышенные значения прочности мелкозернистого бетонапревышающие на 40-60 %. 2) Повышенные значения несущей способности по грунту в 1,5÷3,0 раза.3) Повышенные значения несущей способности по прочности поперечного сечения в 1,5 раза и более. 4) Рост значений несущей способности, как по грунту, так и по телу во времени по сравнению с проектными значениями.

Кроме того электрогидравлическая обработка мелкозернистого бетона повышает его водонепроницаемость.

PILED-EDT MANUFACTURED BY ELECTRIC DISCHARGE TECHNOLOGY

Abstract

Drill injection pile, manufactured by discharge-pulse technology (pile-EDT) has a number of competitive advantages compared to brown injection piles, manufactured using traditional technologies. It:

1) Increased strength values of fine-grained concrete exceeding 40-60%. 2) Increased values of bearing capacity on the ground by 1.5 ÷ 3.0 times. 3) Increased values of bearing capacity for the strength of the cross section by 1.5 times or more. 4) Growth of values of bearing capacity, both on the ground and on the body over time compared to design values.

In addition, electro-hydraulic processing of fine-grained concrete increases its water resistance.

Современные геотехнические технологии [1, 2] позволяют изготавливать буроинъекционные сваи с повышенными значениями несущей способности. Разрядно-импульсная технология устройства свай(сваи-ЭРТ) является наиболее приспособленнойдля достижения этих целей.

Наиболее интересным представляется устройство свай-ЭРТ с многоместными уширениями [3÷8]. Благодаря устройству уширений вдоль ствола сваи и под ее пятой создается возможность устройства заглубленной железобетонной конструкции с возможностью регулирования несущей способности, как по грунту, так и по телу.

Технология устройства свай с многоместнымиуширениями известна с 6о-х годов прошлого века. Опыт использования таких свай есть в Индии ФРГ, Великобритании, Японии, СССР, России. Конструкция такой сваи представляет собой буровую сваю с уширением на пяте. Кроме тогов зависимости от типа инженерно-геологических условий и требуемой несущей способности сваи выше пяты вдоль ствола устраиваются дополнительные уширения [4, 5, 7].

Свая с многоместнымиуширениями работает как железобетонная заглубленная конструкция имеющая количество опор соответствующих числу уширений. На начальном этапе нагружения в работу вступает верхнее уширение. По мере увеличения нагрузки постепенно включаются нижележащие уширения, при этом каждое уширение выполняет функцию дополнительной опоры.

Практика изготовления таких свай показала их высокую эффективность. Несущая способность свай по грунтус одним уширением в 2,0 - 2,5 раза, а с двумя - в 3,0 - 3,5 раза выше, чем у свай, выполненных без уширений [4, 5, 7].

Достоинствами буроинъекционных свай-ЭРТ с многоместными уширениями являются: 1) простота выполнения (добавляется одна легковыполняемая операция); 2) возможность точного определения места устройства уширения (определяются по уходу мелкозернистой бетонной смеси); 3) возможность устройстванеобходимого количествауширенийпо расчету несущей способности вдоль длинысваи; 4)минимизация технологических осадок; 5) максимальная посравнению с любыми другими технологиями устройства буровых свай усиления несущая способность сваи, как по грунту, так и по материалу.

Расчет несущей способности свай-ЭРТ с многоместными уширениямипяте аналогичен расчетубуровых свай по формуле 7.11«СП 24.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.Свайные фундаменты», при этом диаметр уширения определяется

согласно таб.2.3«ТР 50-180-06. Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполняемых с использованием разрядно-импульсной технологии для зданий повышенной этажности Москва 2006», а величина минимально допустимого интервала между уширениями составляет 3,5 диаметра уширения.Для слоистого напластования оснований устройство уширений наиболее предпочтительны на контактных поверхностях инженерно-геологических элементов.

При конструировании вновь сооружаемых фундаментов из свай-ЭРТ следует руководствоваться правилами и требованиями, предъявляемыми к конструированию фундаментов избуровых и набивных свай и изложенными в СНиП 2.02.03-85«Свайные фундаменты» и СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов», а также актуализованной редакции СП 24.13330.2011. «Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты».

Армирование микросвайпроизводится из расчета несущей способности поперечного сечения сваи (по формуле 2.7 [6] и 14.6 «ТР 50-180-06. Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполняемых с использованием разрядно-импульсной технологии для зданий повышенной этажности Москва 2006»). В качестве расчетной арматуры используются одиночныестержни, сварные каркасы, жесткая арматура в виде проката из черных металлов или стальные трубы.

Арматура сваи может быть как однородной на всю длину, так икомбинированной (например, труба или прокат в зоне действия изгибающего момента и каркас на всю остальную длину).

Она должна иметь фиксирующие элементы, центрирующие ее в скважине и обеспечивающие требуемую толщину защитного слоя бетона. Фиксирующие элементы могутвыполняться из металла или пластика и крепиться с трех или четырехсторон арматурного стержня или каркаса на расстоянии 8-10 диаметров скважины друг от друга.

В качестве продольной арматуры свай-ЭРТиспользуется горячекатаная арматурная сталь класса AIII и AIVдиаметром от 12 мм до 40 мм включительно. Продольная арматура располагается равномерно по контуру сваи с расстоянием в свету между отдельными стержнями не менее диаметра стержнями и не менее 50мм. Общая площадь сечения продольной арматуры должна составлять не менее 0,5 % и не более 10 % от площади сечения бетона, в том числе в зоне стыкования секций.

В грунтовых условиях, исключающих потерю продольной

устойчивости ствола сваи, рекомендуется выполнять центральное армирование. Оно выполняется из отдельного стержня, пучка стержней, трубы, прокатного илисварного профиля или их сочетаний, например трубой, усиленной по периметру арматурными стержнями или проволокой.

Поперечная арматура арматурных каркасов свай-ЭРТизготавливается в виде спиралей или круглых вязаных или сварныххомутов из арматуры класса В-500 диаметром не менее 5 мм или класса А-240 диаметром 6-10 мм с шагом не более 10 диаметров стержней продольной арматуры и не более 150 мм.

При установке поперечной арматуры, требуемой по расчету на действие поперечных сил, шаг хомутов принимается не более 1/2 диаметра сваи.

Зона стыкования секций армокаркасов дополнительно усиливается спиральной арматурой с шагом не более 100 мм. Диаметр поперечной арматуры в вязаных каркасах принимается не менее 1/4 диаметра стержней продольной арматуры, а в сварных каркасах устанавливается из условия сваркисваи [6].

Арматурные каркасы изготавливают, как правило, в заводских условиях на приводных станках контактной сваркой.

Допускается использование электродуговой сварки для случая использования поперечной арматуры класса А-240диаметром более 10 мм.

Соединение арматурных каркасов по длине сваи осуществляется стыковкой отдельных секций с помощью вязальной проволоки или с помощью сварных стыков. Сварные стыки должны обеспечивать равнопрочность арматуры и удобство производства работ по инъецированию бетонной смеси. Сварное соединение арматурных каркасов рекомендуется выполнять с помощью стыковочного трубчатого элемента, к которому дуговыми фланговыми швами привариваются стыкуемые арматурные стержни (нахлесточное сварное соединение).

Сжатые одиночные стержни и каркасы рекомендуется соединять запрессовкой несварным стыком, обеспечивающим расчетное сопротивление на сжатие. Допускаются неравнопрочные стыки, например шарнирные.

Толщина защитного слоя арматурного каркаса микросвай должна быть не менее 80 мм. Допускается уменьшение толщины защитного слоя до 20 мм в случае применения специальных мероприятий (защитные антикоррозийные покрытия арматуры, защита арматурного каркаса рукавом из полимерной ткани или специальной

гофрированной полимерной трубкой и т.д.)

На рис. 1 приведен пример армирования буроинъекционной сваи–ЭРТ СР-15-30 длиной 15 м и диаметром 30 см с двумя уширениями вдоль ствола и уширением по пяте.Диаметры уширений составляют: верхнее – 415 мм; нижнее – 395 мм, а по пяте – 410 мм. Продольное армирование запроектировано из пространственных каркасов КП-1 и КП-2. Соединение каркасов состоящих из 6 стержней Ø18 А 500 производится вязальной проволокой с нахлестом не менее 40 диаметров – 800 мм (узел 1 на рис. 1). Возможен вариант сварного соединения. При этом размер нахлестасоставляет не менее 20 диаметров – 400 мм. Для создания защитного слоя бетона использована стальная полоса (фиксатор каркаса - узел 3 на рис.1) шириной b=20 мм и толщиной t=4.0 мм.

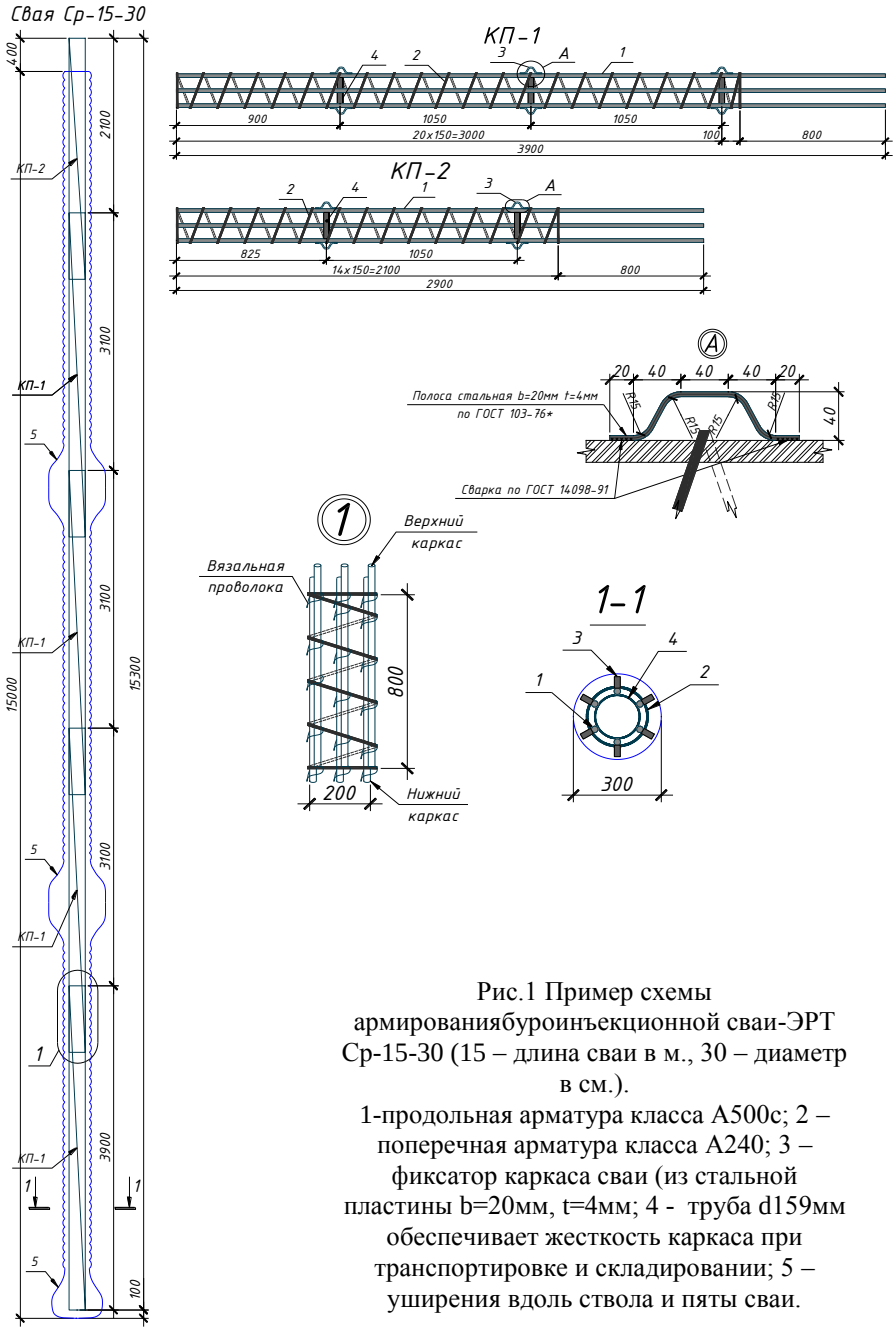


Рис.1 Пример схемы армированиябуроинъекционной сваи-ЭРТ Ср-15-30 (15 – длина сваи в м., 30 – диаметр в см.).
1-продольная арматура класса А500с; 2 – поперечная арматура класса А240; 3 – фиксатор каркаса сваи (из стальной пластины b=20мм, t=4мм; 4 - труба d159мм обеспечивает жесткость каркаса при транспортировке и складировании; 5 – уширения вдоль ствола и пяты сваи.

Литература

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. № 2. С. 17-20.

2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Георекон струкция, 2010. 551 с.

3. Соколов Н.С., Джантимиров Х.А., Кузьмин М.В., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Патент на изобретение. Полезнаямодель. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте. // Бюллетень федеральной службы по интеллектуальной собственности. 2016.

4. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Особенности устройства и расчета буроинъекционных свай с многоместными уширениями // Геотехника. №3. 2016. Стр. 60÷66.

5. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Технология устройства буроинъекционных свай повышенной несущей способности // Жилищное строительство. № 9. 2016. Стр. 11-14.

6. Соколов Н.С., Джантимиров Х.А. Расчет и проектирование буроинъекционных свай-ЭРТ (ФОРСТ, ЭРСТ) // Учеб.пособие. - 2016. г. Чебоксары: Изд-во Чувашского университета.

7. Соколов Н.С. Определение несущей способности буроинъекционных свай–РИТ со сформированными подпятниками // Материалы 7-йВсероссийской (1-йМеждународной) конференции “Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции” (НАСКР-2012) - 2012. г. Чебоксары: Изд-во Чувашского госуниверситета. С. 289-292.

8. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай-ЭРТ. // «ОФиМГ». – 2015. –№1. С. 10-13.

Ключевые слова: буроинъекционные сваи-ЭРТ, прочность поперечного сечения, несущая способность, рабочая арматура, многоместные уширения.

Keywords: brown injection piles-EDT, cross-sectional strength, bearing capacity, working reinforcement, multiple broadening.

Соколов Николай Сергеевич, канд. техн. наук, зав.кафедрой, доцент кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский

государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия. Директор ООО НПФ «ФОРСТ», г. Чебоксары, Россия.

Викторова Светлана Станиславовна, старший преподаватель кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Смирнова Галина Михайловна, старший преподаватель кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Алексеева Галина Николаевна, старший преподаватель кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Федосеева Ирина Петровна, старший преподаватель кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Sokolov Nikolay Sergeevich, Ph.D. Sci., Head of the Department, Associate Professor of the Department of "Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics", Faculty of Civil Engineering "Chuvash State University named after I.N. Ulyanova ", Cheboksary, Russia. Director of NPF FORST, Cheboksary, Russia.

Viktorova Svetlana Stanislavovna, Senior Lecturer at the Department of "Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics", Building Faculty "I.N. Chuvash State University Ulyanova", Cheboksary, Russia.

Smirnova Galina Mikhailovna, Senior Lecturer, Department of "Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics", Building Faculty "I.N. Chuvash State University Ulyanova", Cheboksary, Russia.

Alekseeva Galina Nikolaevna, Senior Lecturer, Department of "Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics", Faculty of Civil Engineering "I. Chuvash State University Ulyanova", Cheboksary, Russia.

Fedoseeva Irina Petrovna, Senior Lecturer of the Department of "Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics", building faculty "Chuvash State University named after I.N. Ulyanova ", Cheboksary, Russia.

Для цитирования:

Соколов Н.С. Свая-ЭРТ изготовленная по электроразрядной технологии / Н.С. Соколов, С.С. Викторова, Г.М. Смирнова, Г.Н. Алексеева, И.П. Федосеева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 464 - 472.

Citation:

Sokolov N.S. Piled- EDT manufactured by electric discharge technology / N.S. Sokolov, S.S. Viktorova, G.M. Smirnova, G.N. Alekseeva, I.P. Fedoseeva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 464 - 472.

УДК 624.191.82

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РОСТА ДАВЛЕНИЯ ПРИ ЗАМЕРЗАНИИ ЗАБУТОВОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

У.Р. Тешаев*, С.А. Вохмин*, Н.М. Хасанов**
*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск
**Таджикский технический университет им. М.С. Осими

Аннотация

Морозное пучение – это увеличение объема грунта при отрицательных температурах. Зимой вода, содержащаяся в грунте, превращается в лед, увеличиваясь в объеме, и тем самым создает давление на существующих сооружений. Под действием этого давления грунт начинает двигаться. В отечественной и зарубежной литературе нет единого общепринятого определений морозного пучения грунтов. Физическая сущность динамики роста давления при морозном пучении грунтов ни теоретически, ни экспериментально еще не раскрыта. О величине нормальных сил морозного пучения грунтов обычно судят по величине сопротивления среды при работе сил морозного пучения грунтов за счет видоизменений содержащейся в грунте тепловой энергии.

THE ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE PRESSURE INCREASE DURING FREEZING ZABUDOVANI ROCKS

Abstract

Frost heaving is an increase in the volume of soil at negative temperatures. In winter, the water contained in the soil turns into ice, increasing in volume, and thus creates pressure on existing structures. Under the influence of this pressure, the soil begins to move. In domestic and foreign literature there is no common definition of frost heaving soils. The physical essence of the dynamics of pressure growth in frost heaving soils neither theoretically nor experimentally has not yet been disclosed. The magnitude of the normal forces of frost heaving of soils is usually judged by the magnitude of the resistance of the medium when the forces of frost heaving of soils due to modifications of the thermal energy contained in the soil.

Вследствие значительных перепадов температур воздуха внутри сооружения и, соответственно, тоннельной обделки, при которой возникают растягивающие напряжения в конструкциях крепи, превышающие иногда предел прочности бетона на растяжение. Это

приводит к разрыву сплошности конструкции с образованием трещин разнообразной ориентировки. Большое значение имеет разность температуры обделки на ее внутренней и внешней поверхности — (на контакте с грунтом).

Замерзание водных сред в поровом пространстве грунтов, происходит в замкнутых объёмах и обусловливает высокие давления, приводящие к неблагоприятным последствиям, таким как пучение грунтов [1]. Под морозным пучением понимается внутриобъёмное деформирование промерзающих влажных почв, нескальных горных пород и грунтов, приводящее к увеличению их объёма вследствие кристаллизации воды и разуплотнения минеральной составляющей при образовании ледяных включений в виде прослойков, линз, поликристаллов и т.д. Пучение определяется объёмной долей образовавшегося льда и не зависит от других факторов, влияющих на скорость замерзания

Одним из наиболее важных процессов, происходящих при промерзании горных и забутовочных пород, требующих учёта при сооружении крепи, является увеличение его объёма (как правило, неравномерное) и последующая осадка-просадка при оттаивании (также неравномерная). Эти процессы являются самой распространенной причиной деформаций различных зданий и сооружений при производстве работ в зимнее время. Одной из причин трещинообразования крепи тоннелей является наличие жесткого контакта между грунтом и обделкой. При изменении температуры происходит напряжённое стеснение, (напряжения), возникающее вследствие защемления внешней поверхности обделки. Кроме того, чем меньше толщина обделки, тем при прочих равных условиях, ниже возникающие в ней температурные напряжения.

Процесс пучения с наибольшей интенсивностью проявляется в пылеватых, пылевато-глинистых, лессовидных грунтах, песках пылеватых и мелких, а также в крупнообломочных грунтах с пылевато-глинистым заполнителем, имеющих к началу промерзания влажность выше определенного уровня.

Температура замерзания различных грунтов, имеющих определенные физико-химические и физико-механические свойства, является вполне определенной величиной, что и следует учитывать при расчётах промерзания грунтов. Для водонасыщенных песчаных, текучих и текуче-пластичных глинистых грунтов данная температура близка к 0^0С. В этом случае задачу о промерзания грунта можно свести к задаче образования льда в воде [2]. Для пластичных глинистых грунтов в зависимости их уплотненности температура замерзания

изменяется в среднем от -0,1 до -1,2 ^{0}C, для полутвердых и твердых глин от -2 до -5 ^{0}C [4-6].

Для определения величин давления, которые могут возникать при замерзании воды без возможности её объемного расширения, используется эмпирическая зависимость Бриджмена - Таммана для температуры таяния льда в зависимости от величины внешнего давления:

$$\Delta p = 1 + 127 \cdot t - 1.519 \cdot t^2 \quad (1)$$

где: Δp - давление, кг/см^2; t - абсолютное значение величины отрицательной температуры, ^{0}C.

Следует отметить, что повторные замерзания и оттаивания грунта могут приводить к необратимым изменениям структуры (и в том числе дисперсности) и их свойств. Влажные песчаные грунты при промерзании резко изменяют свои свойства даже при близких к нулю отрицательных температурах, глинистые же грунты при замерзании изменяют свои свойства более монотонно и плавно и в значительном диапазоне отрицательных температур. Скальные породы при промерзании изменяют свои физическо-механические свойства в наименьшей мере.

Интенсивность пучения наряду с гранулометрическим и минералогическим составом грунтов зависит и от структуры последних, а также от гидрогеологических и температурных условий выработок.

В состав пучинистых грунтов входят твердые минеральные частицы, вода в различных состояниях и воздух или газовые смеси (рис.1). Свойства всех разновидностей грунтов, особенно песчаных, пылеватых и глинистых, самым существенным образом зависят от состава и содержания в них воды. В грунте различают химически связанную, или кристаллизационную, физически связанную, или пленочную (характерна для пылевато-глинистых грунтов) и свободную воду [4]. Кроме того, вода в грунте может находиться в виде пара, который обычно относят к газообразной составляющей.

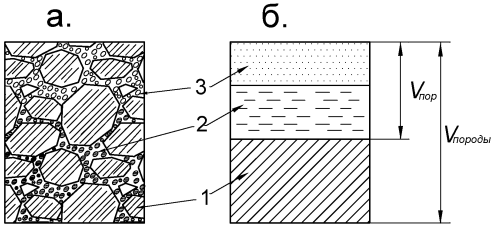


Рис.1. Природное состояние породы - а, техническая модель породы - б: 1 – твердые частицы; 2 – вода; 3– газ

При отрицательной температуре вся вода или её часть может переходить в лёд. Замерзание водных сред в поровом пространстве грунтов (в том числе за обделочное пространство), происходит в замкнутых объёмах и обусловливает высокие давления, приводящие к неблагоприятным последствиям, таким как пучение грунтов [1], деформации и разрывы. Давление возрастает с увеличением объёмной доли льда, что обусловлено его меньшей плотностью по сравнению с плотностью воды. Обычно при оценке изменения давления учитывается только сжимаемость льда [1, 3, 4-6, 8]. В период промерзания происходит миграция влаги и льдовыделение, которые резко изменяют строение грунтов, что также влияет на их физические и механические свойства.

В математической модели замерзания воды с растворённым газом в замкнутом объёме [8] показано, что выделение газа при образовании льда приводит к существенной задержке момента резкого возрастания давления. При этом давление в процессе замерзания зависит не только от объёма образовавшегося льда, но и от скорости замерзания. Последняя определяется интенсивностью охлаждения, геометрией и размерами замерзающего объёма.

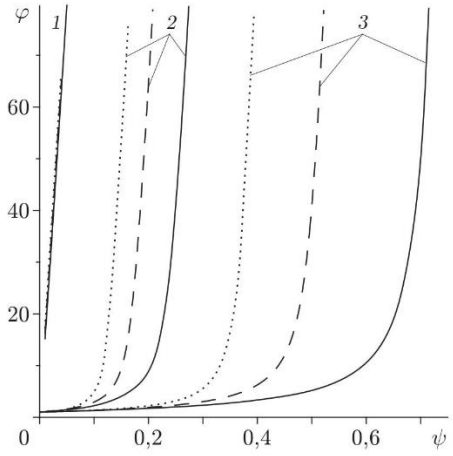


Рис. 2. Предельные оценки роста давления при образовании льда: сплошные линии — $C_0 = 0{,}1$, штриховые — $C_0 = 0{,}05$, пунктирные — $C_0 = 0$; 1 — $\nu_0 = 0{,}2$ — $\nu_0 = 0{,}01$, 3 — $\nu_0 = 0{,}03$

где: C_0-растворенный газ с однородной равновесной объемной концентрацией, ν_0 - начальная объемная доля свободного газа, ψ - объемная доля образовавшегося льда, ϕ - рост давления.

Результаты сравнения решений для двух предельных идеализированных случаев отсутствия (при $\nu(\psi) = \nu_0$) и выделения всего растворенного газа из замерзшей воды в свободную фазу (при $\nu(\psi) = \nu_0 + C_0\psi$), представленных на (рис.1), показывают, что рост давления существенно различается даже при малых значениях ν_0 и C_0 (за исключением случая отсутствия в начальный момент газа в свободном состоянии ($\nu_0 = 0$)). При $\nu_0 = 0$ выделение газа не приводит к увеличению сжимаемости среды вследствие мгновенного роста давления в начальный период замерзания. В действительности замерзающая среда всегда обладает некоторым начальным запасом сжимаемости, что можно моделировать ненулевым значением величины ν_0 в рассматриваемой модели. Из (рис.2) следует, что с увеличением ν_0 возможно усиление влияния растворенного газа на задержку роста давления. Следует отметить, что в дальнейшем меры по осушению горных пород, окружающих крепи тоннеля путём водоотлива, устройство дренажных систем и откачка заобделочных вод существенно приводят к снижению скорости пучения за счёт увеличения объём газа в пористых заобделочных породах.

Отсюда следует, что если расчётные деформации морозного пучения заобделочных грунтов больше предельных или устойчивость крепи на действие сил морозного пучения недостаточна, то необходима разработка мероприятий, уменьшающих силы и деформации морозного пучения, а также глубину промерзания (водозащитные, теплозащитные или физико-химические). Если при применении указанных мероприятий деформации морозного пучения не прекращаются, то следует предусматривать конструктивные мероприятия, определяемые исходя из расчета крепи и конструкций сооружения с учётом возможных деформаций морозного пучения.

Литература

1. Ершов Э. Д. Общая геокриология. М.: Недра, 1990.

2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.

3. Sugawara M., Seki N., Kimoto K. Freezing limit of water in a closed circular tube // W¨arme- und Stoffu¨bertrag. 1983. N 17. S. 187–192.

4. Цитович Н.А. Механика мерзлых грунтов. – М.: Высшая школа, 1973. – 448 с.

5. Хакимов Х.Р. Вопросы теории и практики искусственного замораживания грунтов. Ин-т мерзлотоведения им. В. А. Обручева. - Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1957

6. Куликов Ю.Г., Перетрухин Н.А. Определение величины нормальных сил пучения. ВНИИ транспортного строительства, вып.62 Издательство «Транспорт», 1967.

7. Рекомендации по учету и предупреждению деформаций и сил морозного пучения грунтов. Москва Стройиздат 1986.

8. Сигунов Ю.А., Самылова Ю.А. Динамика роста давления при замерзании замкнутого объема воды с растворенным газом. 2006г.

9. Голли О.Р. Некоторые особенности проектирования и строительства транспортных туннелей в условиях сурового климата. "Реконструкция городов и геотехническое строительство" Санкт-Петербург. №5 2002г.

10. Голли О.Р. Интегральные закономерности морозного пучения грунтов и их использование при решении инженерных задач в строительстве. – Санкт-Петербург: ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева, 2000. – 46 с

11.Хасанов Н.М., Якубов А.О. Устойчивость гидротехнической тоннели Нурекской ГЭС при сейсмическом воздействии. Вестник, ТТУ 1/41 - Душанбе: ТТУ, 2018. С.275-283

Ключевые слова: замерзание, растворенный газ, морозное пучение грунта, температура, обделки.

Key words: freezing, dissolved gas, frost heaving of soil, temperature, lining.

Тешаев У.Р. – ассистент Сибирский федеральный университет. Институт горное дело, геологии и геотехнологии России.

Вохмин С.А. – к.т.н., доцент Сибирский федеральный университет. Институт горное дело, геологии и геотехнологии России.

Хасанов Н.М. – к.т.н., доцент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического университета им. М.С. Осими, khasanov.nurali@mail.ru

Teshaev U.R. – assistant Siberian Federal University. Institute of mining, Geology and Geotechnology of Russia.

Vokhmin S.A. - Ph. D., associate Professor, Siberian Federal University. Institute of mining, Geology and Geotechnology of Russia

Hasanov N.M. - Ph. D., associate Professor of the Department "Underground structures, foundations"of Tajik technical University. M. S. Oshimi, khasanov.nurali@mail.ru

Для цитирования:
Тешаев У.Р. Анализ динамики роста давления при замерзании забутовочных горных пород транспортных тоннелей / У.Р. Тешаев, С.А. Вохмин, Н.М. Хасанов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 473 - 479.

Citation:
Teshaev U.R. The analysis of the dynamics of the pressure increase during freezing zabudovani rocks / U.R. Teshaev, S.A. Vokhmin, N.M. Hasanov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 473 - 479.

УДК 699.841.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЕ АНИЗОТРОПНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД НА ТОННЕЛЬНУЮ ОБДЕЛКУ

А.Дж. Ятимов, Н.М. Хасанов, М.М. Зувайдов
(Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими)

Аннотация

В статьи рассматривается метод определения напряженного состояния анизотропных горных пород с помощью траверсиальных линий и на основании его дает способ определения давления породы на обделки тоннеля.

DETERMINATION OF THE ANISOTROPIC PRESSURE OFROCKS ON TUNNEL LINING

Abstract

The article deals with the method of determining the stress state of anisotropic rocks using traversal lines and on the basis of it gives a way to determine the pressure of the rock on the lining of the tunnel.

Анизотропная горная порода — это различие значений свойств (деформационных, электрических, тепловых, магнитных, оптических и др) горные породы при разных направлениях. Анизотропные минералы и горных пород связанные с макрослоистостью, упорядоченные фильтрований зёрен и кристаллов и макротрещиноватостью. Анизотропная массивов горная порода определяется упорядоченным залеганием больших структурных элементов, разделенных тектоническими разрывами, слоистостью или упорядоченной микротрещиноватостью. При ведении горных работ, выбора способов разрушения наибольшее значение имеет анизотропия деформационных свойств, определяемая как, отношение пределов прочности (или моделей деформации) при сжатии и растяжении образцов, перпендикулярно и параллельно напластованию. Например, отношение модулей деформации для угля 1,22; песчаника 1,23 и алевролита 1,61 [1].

Форма минералов зависит от их пространственной решетки, они бывают геометрически выраженным многогранниками (куб, призма, октаэдр, пирамида и др). Представления о формах минералов облегчает диагностики и изучение их свойств, установлено, что минералы кубической формы характеризуются изотропными (одинаковыми) во всех направлениях свойствами, обладают анизотропными (неодинаковыми) физическими свойствами. Иногда на

значительных площадях, исчисляемых сотнями квадратных километров, пласты однообразно наклонены к горизонту в одну сторону под одинаковым, обычно небольшим углом, которую такую форму залегания называют моноклиналью (рис 1) [2].

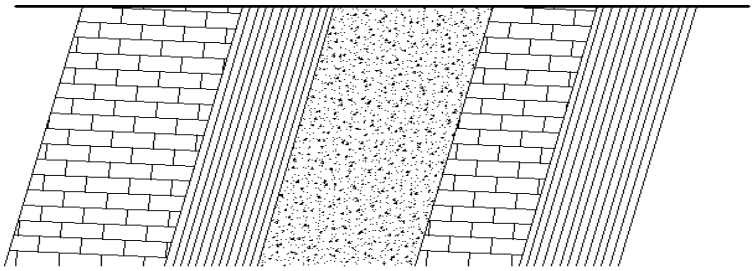


Рис 1. Формы залегания моноклиналь

Если свойства материала (сплошной среды) не меняется от точки к точке, то он называется однородным, в противоположным случае– неоднородным. Если его характеристики одинаковы по любому направлению, то изотропными, в противном случае анизотропным [3].

При определении давления на обделку в случае, когда тоннель залегает в породах, пласты которых лежат под некоторым углом к вертикали, метод естественного свода обрушения проф. Протодьяконов, очевидно, совершенно не применим. Из материалов VII международного конкререса по болйшим плотинам в 1861 году инженером Зденек Жирушек бил предложен общий метод определения напряженного состояния анизотропных горных пород с помощью траверсальных линий и на основании его дает следующий способ определения давления породы в обделку тоннеля в данном случае.

Предполагается, что слои породы достаточно тонки по сравнению с размерами тоннеля и не имеет, между собой сцепления. Траверсиальные линии прочерчиваются под углом $90^0 - \varphi$ к слоям (где φ- угол внутреннего трения по контактным поверхностям).

Если на пути траверсальных линий встречается выработка, то они её сгибают (рис 2). Заштрихованные области породы имеют тенденцию сползти в тоннель и оказывают давление на его стенки. Кроме, того, будет иметь место давление S сто стороны массива ВСДЕ, которое предлагается определять следующим образом.

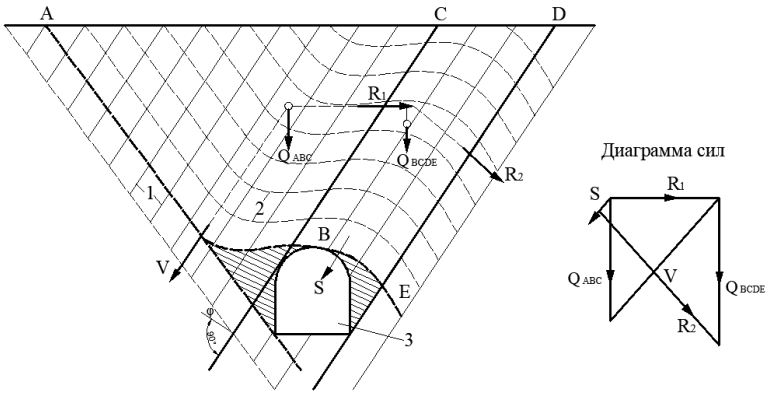


Рис 2.Определение давления анизотропных пород
1 -поверхности слоев, 2- траверсальные линии, 3-выработка

Все зоны $АБС = Q_{АБС}$ раскладывается на составляющие: V – параллельную напластованию и R_1 – параллельную траверсальным линиям при пересечении или линии ВС. Это сила передается на массив ВСДЕ. Она складывается с весом массив $ВСДЕ = Q_{ВСДЕ}$ и результирующая раскладывается на составляющую R_2 параллельную траверсиальных линиям при пересечении или линии ДЕ, и составляющую S параллельную напластованию [4].

Увеличение угла залегания пород изменяет характер проявления горного давления и его и его величину. При наклонном и особенно крутом падении появляются значительные деформации пород сползание, сдвига и т.п. при наклонном и крутом падении горное давление по отношению к поперечному сечению выработки, обычно бывает косонаправленным (асимметричным), в это время как при горизонтальном залегании пород оно, как правило, симметрично.

Из других факторов следует отметить так называемую «симметричность условий», под которой понимается наличии симметрии относительно оси выработки в свойствах окружающих пород, их строении и сложении. Обычно это условия соблюдается, если выработки в свойствах окружающих пород, их строении и сложении. Обычно это условие соблюдается, если выработка проведена в сплошном массиве. В этом случае исчезают элементы напластования, а элементы падения и простирания становятся малозначимыми. Если порода залегают в виде пласта, то симметрия условий в известной мере осуществляется только в направлениях,

перпендикулярном простиранию то имеет место ассиметрия и обнажения становятся менее устойчивыми [5].

Литература

1. Горная энциклопедия. Часть 1. Москва, 1984.- 558 с.

2. Седенко М.В. Геология, гидрогеология и инженерная геология. Высшая школа, Минск, 1975 г. – 388 с.

3. Проектирование и строительство больших плотин. Москва. 1966 г. – 203 с.

4. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. Москва, 1982 г.- 280 с.

5. Горные работы в гидротехническом строительстве. Часть 3. г.Тула, 1975 г. -283 с.

6. Ятимов А.Дж., Сулаймонова М.А. Влияние инженерно-геологические условий на проектирование плотин. Наука и инновация, Научный журнал, ТНУ, 2017, С 88-91.

7. Ятимов А.Дж. Консолидация горных пород при строительстве подземных гидроэлектростанций. Вестник, ТНУ, Душанбе, 2016, С199-202

Ключевые слово: анизотропные горные породы, давление, однородность, траверсиальные линии, обделка тоннеля, угол залегание пород, симметричность условий

Key words: anisotropic rocks, pressure, uniformity, traversalname line, the tunnel lining, the angle of bedding of the rocks, the symmetry conditions

Ятимов А.Дж. – ст. преподаватель кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического университета им. М.С. Осими

Хасанов Н.М. – к.т.н., доцент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» Таджикского технического университета им. М.С. Осими khasanov.nurali@mail.ru

Зувайдов М.М. – ассистент кафедры «Строительство» Бохтарского государственного университета им. Н.Хусрава.

Yatimov A.J. – Senior Lecturer of the Department "Underground structures, foundations and foundations" of the Tajik Technical University. named after academician M. S. Osimi.

Hasanov N. M. - Ph. D., associate Professor of the Department "Underground structures, foundations"of Tajik technical University. M. S. Oshimi, khasanov.nurali@mail.ru

Zuvaydov M. M. – Assistant of the Department "Construction" of Bokhtar State University named after N.Husrav

Для цитирования:
Ятимов А.Дж. Определение давление анизотропных горных пород на тоннельную обделку / А.Дж. Ятимов, Н.М. Хасанов, М.М. Зувайдов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 480 - 484.

Citation:
Yatimov A.J. Determination of the anisotropic pressure ofrocks on tunnel lining / A.J. Yatimov, N.M. Hasanov, M.M. Zuway // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 480 - 484.

ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ, МАТЕРИАЛЫ И ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 621.314.632.032.42

ЦЕМЕНТНЫЕ КОМПОЗИТЫ С ДОБАВКОЙ ДОЛОМИТОВОГО НАПОЛНИТЕЛЯ[2]

Д.В. Емельянов[1], Э.М. Балатханова[2], И.В. Ерофеева[3], Л.М. Ошкина[1], А.С. Богданов[1], С.В. Надоров[1], П.А. Ефремов[1]
[1]ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Россия
[2]ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. Миллионщикова», г. Грозный, Россия
[3]ФГБУ «НИИСФ РААСН», г. Москва, Россия

Аннотация

Рассматривается технология получения многокомпонентных высококачественных бетонов с использованием известняковых порошков в качестве наполнителей. По показателю водопоглощения установлены категории восьми видов известняка. Выявлено, что доломит горный является одним из материалов, который предпочтителен в качестве наполнителя для высококачественных бетонов. Получены результаты экспериментов и построены зависимости предела прочности при изгибе и сжатии, динамического модуля упругости и водопотребности наполненных доломитом горным цементных композитов от содержания и гранулометрического состава наполнителя.

CEMENT COMPOSITES WITH ADDITION OF DOLOMITE

Abstract: the technology of producing high-quality multicomponent concretes using limestone powders as fillers is considered. In terms of water absorption, the categories of eight types of limestone are established. It is revealed that dolomite mountain is one of the materials which is preferable as a filler for high-quality concrete. The results of experiments are obtained and dependences of tensile strength in bending and compression, dynamic modulus of elasticity and water demand of dolomite-filled cement composites on the content and granulometric composition of the filler are constructed.

В строительной практике спрос на бетон с каждым годом увеличивается. По данным «Международной федерации по конструкционному бетону» годовое производство бетона в настоящее

[2] В рамках реализации гранта РФФИ и Правительства РМ №18-48-130014 «Пенобетоны на основе электрохимически и электромагнитно-активированной воды затворения»

время составляет более 2,5 млрд. $м^3$, а в ближайшей перспективе прогнозируется достижение объема до 4,0 млрд. $м^3$.

В последние годы достигнуты значительные успехи в технологии получения высококачественных бетонов. Значительная доля исследований в области высококачественных бетонов приходится на разработку многокомпонентных бетонов, содержащих в своем составе суперпластификаторы и активные дисперсные микронаполнители [1–9].

Улучшение физико-технических свойств цементных композитов достигается при использовании для затворения электрохимически и электромагнито-активированной воды [10, 11].

Технология бетона должна базироваться на оптимальных размерах первого ранга – 1…100 нм для систем цемент–наполнитель и добавки полифункционального действия. Для частиц наполнителя этот размер может составлять 10^2…10^4 нм [12, 13].

Высокие показатели прочности и других свойств установлены на порошково-активированных песчаных бетонах нового поколения, разработанных в Пензенском государственном архитектурно-строительном университете под руководством профессора Калашникова В.И. [14–21]. Затем появился ряд работ его учеников, направленных на исследование высокопрочных и особовысокопрочных бетонов, в которых сформулированы основные принципы создания таких бетонов такого типа [22]. Порошково-активированные бетоны нового поколения – это пластифицированные бетоны с повышенным содержанием суспензионной составляющей [15].

К настоящему времени, несмотря на большое количество исследований в области создания высококачественных бетонов, проблемы раскрытия механизма управления поверхностной активностью минеральных наполнителей с оптимальными размерами частиц и механизма взаимодействия в гидратирующейся многокомпонентной среде требуют дальнейшего изучения. В этой связи, выполнение научных исследований направленных на разработку технологии получения многокомпонентных высококачественных бетонов с использованием минеральных наполнителей, полученных из местных сырьевых материалов, является актуальным.

При изготовлении бетонов в качестве суперпластификаторов применяются материалы на основе нафталин- и меламинсульфокислот, поликарбоксилатов и т.д., а тонкодисперсных наполнителей: отходы производства ферросилиция, шлаки, золы, местные пески и т.д.

Наиболее применяемыми являются поликарбоксилатные суперпластификаторы, кварцевые и известняковые порошки. Гиперпластификаторы, обладая ионной и стерической активностью, влияют на все составляющие цементной системы [23]. Известняковые наполнители в цементных композициях вступают во взаимодействие с минералами клинкера, снижая объем капиллярных пор. В работах [24, 25] показана более высокая устойчивость к биокоррозии цементных композитов с добавками известняков. Известняковые наполнители в своем составе содержат большое количество карбоната кальция. Поэтому рассмотрение известняковых порошков в качестве наполнителей представляет значительный интерес.

Известно, что в зависимости от величины водопоглощения по массе через 48 часов известняковый заполнитель подразделяется на следующие категории: известняк 1-ой категории (W < 2%) являются наиболее пригодными для получения бетонов всех марок от М200 до М1200; известняк 2-ой категории (W = 2…4%) для получения материалов марок от М200 до М1000; известняк 3-й категории (W = 4…6%) для марок от М200 до М800 [26].

С целью подбора наполнителей для порошково-активированных бетонов проведено исследование водопоглощения известнякового щебня различного вида. Было отобрано 8 образцов из различных месторождений: Жигулевский карьер (Самарская область), Иссинский карьер (Пензенская область), Ельниковский карьер (Республика Мордовия), известняковый щебень (карьер г. Аргун, Чечня), доломит горный (н. п. Дуба-Юрт, Чечня), известняк речной (р. Хул-Хулау, Чечня), известняк Нижегородской области (с. Мадаево) и белемнит, содержащий кальцит органического происхождения. Так же для прототипа были взяты образцы гранитного щебня. Химический состав некоторых известняковых наполнителей приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Химический состав известняковых наполнителей

Наполнитель	Содержание, %											
	п.п.п	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3^{2-}	K_2O	Na_2O	Cl^-	W	Z
Известняк речной	43,77	0,29	0,09	0,09	51,50	4,52	0,18	0	0,04	0,007	0,65	–
Доломит горный	41,94	0	0,02	0,06	37,17	20,14	0,04	0	0,18	0,049	0,40	–
Известняк органогенный (белемнит)	45,74	0,116	0,033	0,034	53,10	0,295	0,208	0,004	0,226	–	–	0,003

Перед проведением исследований навески щебня высушивалась до постоянного веса при температуре 105…110˚С в сушильном шкафу. После сушки образцы снова взвешивались и помещались в воду. Через 1 час зерна вынимались из воды и укладывались на сухую материю и протирались. Каждое зерно взвешивалось на электронных весах с точностью до 0,01 г. Зависимость изменения водопоглощения образцов известняковых пород во времени показана в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость изменения водопоглощения образцов известняковых пород различных месторождений от времени экспозиции

№ п. п.	Испытываемый материал	Водопоглощение образцов от времени экспозиции, % по массе				
		1 час	3 часа	24 часа	48 часов	72 часа
1	Известняк Жигулевского карьера	1,103	1,271	1,3	1,36	1,6
2	Известняк Иссинского карьера	2,565	2,96	3,155	3,183	3,193
3	Известняк Ельниковского карьера	6,656	6,831	7,556	8,335	8,875
4	Гранитный щебень	0,4916	0,5566	0,6	0,63	0,63
5	Белемнит	0,2183	0,2733	0,2733	0,2733	0,2733
6	Известняковый щебень (г. Аргун)	1,08	1,08	1,08	1,19	1,3
7	Известняк речной (Чечня)	3,19	3,19	3,5	3,69	3,86
8	Доломит горный (Чечня)	0,94	0,94	0,94	1,02	1,11
9	Известняк Мадаевского карьера	6,22	6,44	7,11	7,52	7,77

Как видно из результатов исследования водопоглощение образцов зависит от пористости материала и непосредственно связано с его капиллярной структурой. Образцы абсорбируют воду в первые сутки

экспозиции. Через 3-е суток вес образцов перестал меняться, что говорит о полном водонасыщении щебня.

Как и ожидалось, самым низким уровнем водопоглощения обладает белемнит и гранитный щебень, в процентах уровень их водопоглощения через 3 суток составил 0,27% и 0,63% соответственно. Среди исследуемых известняков самым низким водопоглощением по прошествии 3 суток обладает известняковый щебень (карьер г. Аргун, Чечня) – 0,83%. Остальные образцы расположились в следующем порядке: Жигулевский щебень – 1,6%; доломит горный (н. п. Дуба-Юрт, Чечня) – 1,63%; известняк речной (р. Хул-Хулау, Чечня) – 2,49%; Иссинский карьер (Пензенская область) – 3,19%, Мадаевский карьер (Нижегородская область) – 7,77% и Ельниковский карьер (Республика Мордовия), обладающий самым высоким уровнем водопоглощения среди исследуемых образцов – 8,87%.

Таким образом, к I категории (водопоглощение не более 2%) мы можем отнести: известняковый щебень (карьер г. Аргун, Чечня), щебень Жигулевского карьера (Самарская область) и доломит горный (н. п. Дуба-Юрт, Чечня). Щебень из Иссинского карьера и известняк речной (р. Хул-Хулау, Чечня) в свою очередь относится ко II категории (от 2% до 4%), Ельниковский щебень и щебень из Нижегородской области (Мадаево) нельзя отнести ни к одной категории, так как они обладают значительным водопоглощением.

Учитывая, что взаимодействие известняка с минералами клинкера не приводит к образованию соединений с высокой прочностью, является целесообразным их использование совместно с кварцевыми наполнителями. Известно, что эффективность наполнения композиционных материалов достигается при объединении в структуре композита наполнителей не только различной природы, но и крупности. На основании проведенного научного анализа отечественных и зарубежных работ в области создания цементных композиционных материалов выявлено, что наиболее предпочтительными являются составы композитов, в которых в качестве мелких составляющих используются известняковые наполнители, а более крупных – кварцевые порошки [8, 25].

Оптимизация составов с карбонатно-кварцевыми наполнителями выполнялась с помощью математических методов планирования эксперимента. Для выполнения эксперимента была использована матрица в виде симплекс-решетчатого плана Шеффе, состоящая из 10 опытов. В качестве оптимизируемых параметров рассматривались: водопотребность, динамический модуль упругости, прочность при

изгибе и сжатии. Исследуемые составы включали портландцемент 500–Д0 производства ГУП «Чеченцемент» (н. п. Чири-Юрт), кварцевый порошок (месторождение расположено на р. Терек в 20 км к северу от г. Грозного) и порошки доломита горного разной дисперсности (месторождение расположено в населенном пункте Дуба-Юрт в 37 км к югу от г. Грозного). При проведении научного эксперимента в качестве факторов варьирования были выбраны: X_1 – количество кварцевого порошка дисперсностью 3 100…3 300 см^2/г, X_2 – количество доломита с $S_{уд}$ = 6 000…6 200 см^2/г и X_3 – количество доломита с $S_{уд}$ =9 000…9 200 см^2/г. Матрица планирования и результаты эксперимента приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Матрица планирования и результаты эксперимента

№ опыта	Индекс	Состав смеси, мас. ч.			Водопотребность, %	Динамический модуль упругости, $E\times10^3$ МПа	Прочность, МПа	
		X_1	X_2	X_3			при изгибе	при сжатии
1	n_1	1	0	0	48,7	20,10	16,6	43,7
2	n_2	0	1	0	44,7	25,12	22,1	57,6
3	n_3	0	0	1	46,7	24,16	19,8	58,1
4	n_{122}	1/3	2/3	0	43,5	22,94	19,3	46,6
5	n_{133}	1/3	0	2/3	46,7	17,96	9,9	29,8
6	n_{233}	0	1/3	2/3	52,7	19,07	11,1	41,5
7	n_{112}	2/3	1/3	0	42,0	26,62	21,4	62,8
8	n_{113}	2/3	0	1/3	45,3	23,08	16,9	55,7
9	n_{233}	0	2/3	1/3	40,7	29,03	26,0	63,8
10	n_{123}	1/3	1/3	1/3	50,7	15,77	8,3	31,0

Путем применения статистической обработки результатов эксперимента получены зависимости предела прочности при изгибе и сжатии, динамического модуля упругости и водопотребности наполненных цементных композитов от гранулометрического состава и содержания наполнителей:

$$R_{изг} = 16{,}6X_1 + 22{,}1X_2 + 19{,}8X_3 + 4{,}50X_1X_2 - 21{,}6X_1X_3 - 10{,}8X_2X_3 + +26{,}55X_1X_2(X_1\text{-}X_2) + 54{,}45X_1X_3(X_1\text{-}X_3) + 95{,}4X_2X_3(X_2\text{-}X_3) - - 218{,}7\,X_1X_2X_3\,, \quad (1)$$

$$R_{сж} = 43{,}7X_1 + 57{,}6X_2 + 58{,}1X_3 + 18{,}23X_1X_2 - 36{,}68X_1X_3 - 23{,}4X_2X_3 + +140{,}63X_1X_2(X_1\text{-}X_2) + 207{,}23X_1X_3(X_1\text{-}X_3) + 151{,}65X_2X_3(X_2\text{-}X_3) - - 472{,}05\,X_1X_2X_3\,, \quad (2)$$

$$E = 20{,}1X_1 + 25{,}12X_2 + 24{,}16X_3 + 9{,}77X_1X_2 - 7{,}25X_1X_3 - 2{,}66X_2X_3 + +36{,}14X_1X_2(X_1\text{-}X_2) + 43{,}7X_1X_3(X_1\text{-}X_3) + 65{,}07X_2X_3(X_2\text{-}X_3) - - 198{,}22\,X_1X_2X_3\,, \quad (3)$$

$$WD = 48{,}7X_1 + 44{,}7X_2 + 46{,}7X_3 - 17{,}78X_1X_2 - 7{,}65X_1X_3 + 4{,}5X_2X_3 -$$

$$-19{,}13X_1X_2(X_1\text{-}X_2) - 13{,}95X_1X_3(X_1\text{-}X_3) - 76{,}5X_2X_3(X_2\text{-}X_3) +$$
$$+ 170{,}78X_1X_2X_3, \qquad (4)$$

По уравнениям регрессии построены графические зависимости, приведенные на рисунке.

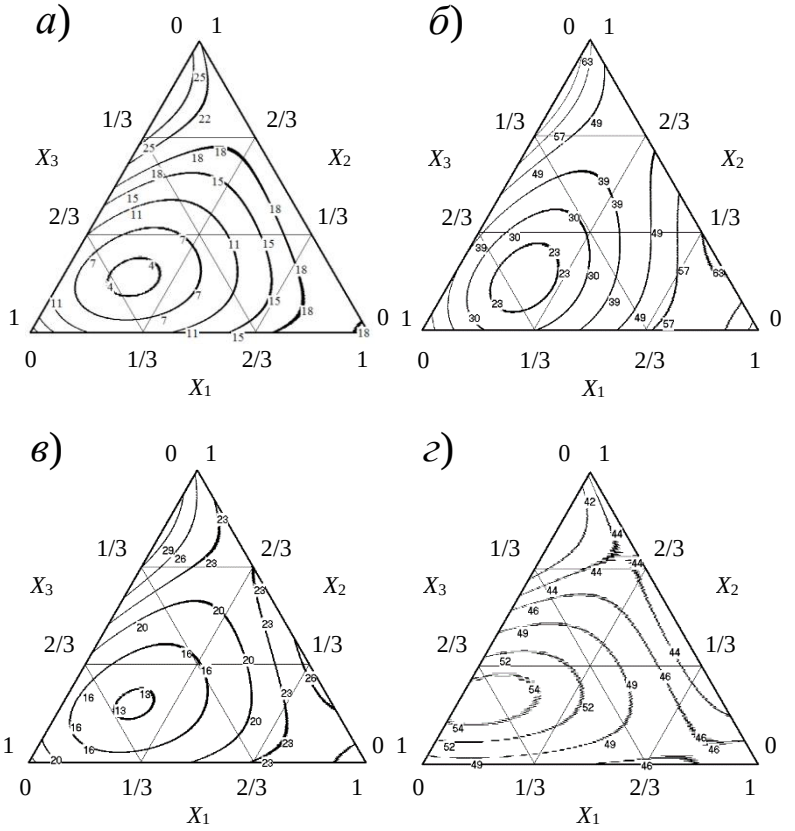


Рисунок – Зависимости изменения прочности при изгибе (а), сжатии (б), динамического модуля упругости (в) и водопотребности (г) цементных композитов, наполненных смесью доломита горного и кварцевого песка различного гранулометрического состава.

Из графических зависимостей изменения физико-механических свойств композитов следует, что наилучшие прочностные свойства проявляются у материалов с оптимальным содержанием доломита и кварцевого порошка определенной крупности.

В настоящее время авторами осуществляется разработка матриц различного рода с применением известняковых наполнителей месторождений Поволжского и Северо-Кавказского регионов для создания порошково-активированных бетонов нового поколения.

Литература

1. Железобетонные изделия и конструкции : научно-технический справочник / Под ред. Ю.В. Пухаренко, Ю.М. Баженова, В.Т. Ерофеева. С. Петербург: НПО «Профессионал», 2013. 1048 с.

2. Баженов Ю.М. Современная технология бетона // Бетон и железобетон – взгляд в будущее : научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону (Москва, 12-16 мая 2014 г.): в 7 т. Т. 7. Пленарные доклады. Москва : МГСУ. 2014. С. 23-28.

3. Сильвер Део. Аспекты применения неметаллической фибры. Исследование применения фибры для изделий из бетона / Сильвер Део, CERIB, Франция // CPI – Международное бетонное производство. 2011. №4. С. 46-56.

4. Калашников В.И. Как превратить бетоны старого поколения в высокоэффективные бетоны нового поколения // Бетон и железобетон. 2012. № 1. С. 82.

5. Каприелов С.С. Модифицированные высокопрочные бетоны классов В80 и В90 в монолитных конструкциях / С.С. Каприелов, В.И. Травуш, Н.И. Карпенко [и др.] // Строительные материалы. 2008. № 3. С. 9-13.

6. Чернышов Е.М., Коротких Д.Н., Артамонова О.В. Нанотехнологические условия управления структурообразованием высокопрочных цементных бетонов // Труды Центрального регионального отделения РААСН. Воронеж. 2010. С. 102-123.

7. Дворкин Л.И., Соломатов В.И, Выровой В.Н., Чудковский С.М. Цементные бетоны с минеральными наполнителями. Киев. Изд-во Будивэльник. 1991. 135 с.

8. Баженов Ю.М., Чернышов Е.М., Коротких Д.Н. Конструирование структур современных бетонов: определяющие принципы и технологические платформы // Строительные материалы. 2014. № 3. С. 6-14.

9. Чернышов Е.М., Коротких Д.Н. Модифицирование структуры цементного камня микро- и наноразмерными частицами кремнезема (вопросы теории и приложений) // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века. 2008. № 5. С. 30-32.

10. Ерофеев В.Т. Исследование свойств цементных композитов на активированной воде затворения / В.Т. Ерофеев, В.Т. Фомичев, Д.В. Емельянов [и др.] // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-6. С. 1175-1181.

11. Баженов Ю.М. Моделирование электрохимических процессов, протекающих на электродах в природной воде при ее активации / Ю.М. Баженов, В.Т. Фомичёв, В.Т. Ерофеев [и др.] // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 2 (22). URL http://vestnik.vgasu.ru/attachments/2_BazhenovFomichev-2012_2_(22).pdf (дата обращения: 05.11.2018).

12. Баженов Ю.М., Фаликман В.Р., Булгаков Б.И. Наноматериалы и нанотехнологии в современной технологии бетонов // Вестник МГСУ. 2012. № 12. С. 125-133.

13. Гусев Б.В. Наноструктурирование бетонных материалов // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 1. С. 7-10.

14. Калашников В. И. Через рациональную реологию в будущее бетонов. Ч.3. От высокопрочных и особовысокопрочных бетонов будущего к суперпластифицированным бетонам общего назначения настоящего // Технологии бетонов. 2008. № 1. С. 22.

15. Калашников В.И., Ерофеев В.Т., Тараканов О.В. Суспензионно-наполненные бетонные смеси для порошково-активированных бетонов нового поколения // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2016. № 4 (688). С. 30-37.

16. Калашников В.И., Ерофеев В.Т., Тараканов О.В., Архипов В.П. Концепция стратегического развития пластифицированных порошковоактивированных бетонов нового поколения // Высокопрочные цементные бетоны: технологии, конструкции, экономика (ВПБ-2016): Сборник тезисов докладов междунар. науч.-техн. конф. 2016. С. 36.

17. Гуляева Е.В., Ерофеева И.В., Калашников В.И., Петухов А.В. Влияние реакционно-активных добавок на прочностные свойства пластифицированного цементного камня // Молодой ученый. 2014. № 19.

18. Мороз М.Н., Калашников В.И., Ерофеева И.В. Эффективные бетоны нового поколения с низким удельным расходом цемента на единицу прочности // Молодой ученый. 2015. № 6. С. 189-191.

19. Калашников В.И., Володин В.М., Ерофеева И.В., Абрамов Д.А. Высокоэффективные самоуплотняющиеся порошково-активированные песчаные бетоны и фибробетоны // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-2.

20. Калашников В.И. Терминология науки о бетонах нового поколения // Строительные материалы. 2011. № 3. С. 103-106.

21. Калашников В.И. Что такое порошково-активированный бетон нового поколения // Строительные материалы. 2012. № 10. С. 70–71.

22. Калашников В.И., Хвастунов А.В., Хвастунов В.Л. Прочность и деформативность высокопрочных бетонов и фибробетонов с низким удельным расходом цемента на единицу прочности // В сб.: Композиционные строительные материалы. Теория и практика : сборник статей Междунар. науч.-техн. конференции, посвященной памяти В.И. Калашникова. Под редакцией В.А. Берегового. 2017. С. 103-113.

23. Гуляева Е.В., Ерофеева И.В., Калашников В.И., Петухов А.В. Влияние содержания воды, вида суперпластификатора и гиперпластификатора на растекаемость суспензий и прочностные свойства цементного камня // Молодой ученый. 2014. №19. С. 191-194. URL https://moluch.ru/archive/78/13541/ (дата обращения: 05.11.2018).

24. Erofeev V., Kalashnikov V., Emelyanov D., Balathanova E., Erofeeva I., Smirnova O., Tretiakov I., Matvievskiy A. Biological Resistance of Cement Composites Filled with Limestone Powders // Solid State Phenomena. 2016. Vol. 871. Pp. 22-27.

25. Erofeev V., Kalashnikov V., Emelyanov D., Balathanova E., Erofeeva I., Smirnov V., Tretiakov I., Matvievskiy A. Biological Resistance of Cement Composites Filled with Dolomite Powders // Solid State Phenomena. 2016. Vol. 871. Pp. 33-39.

26. Калашников В.И., Тараканов О.В., Ерофеева И.В. Изучение реологической активности известняковой муки для получения эффективных бетонов // Материали за 11-а международна научна практична конференция, «Найновите постижения на европейската наука». София : «Бял ГРАД-БГ» ООД. 2015. Т. 13. С. 88-90.

Ключевые слова: цементный композит, порошково-активированный бетон, известняк, доломит, водопоглощение, водопотребность, прочность.

Keywords: cement composite, powder-activated concrete, limestone, dolomite, water absorption, water demand, strength.

Емельянов Денис Владимирович, доцент кафедры строительных материалов и технологий, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный

исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», emelyanoffdv@yandex.ru

Балатханова Элита Махмудовна, доцент кафедры прикладной механики и инженерной графики, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», elita.74@mail.ru

Ерофеева Ирина Владимировна, младший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук», ira.erofeeva.90@mail.ru

Ошкина Лариса Михайловна, доцент, доцент кафедры инженерной и компьютерной графики, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», OshkinaLM@yandex.ru

Богданов Аират Сафиуллович, магистрант, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», ayrat.bogdanov@mail.ru

Надоров Сергей Вячеславович, магистрант, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», vk.nadorov.s@yandex.ru

Ефремов Павел Александрович, магистрант, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», pashaefremov95@mail.ru

Denis Vladimirovich Emelyanov, assistant Professor, National Research Mordovia State University, emelyanoffdv@yandex.ru

Elita Makhmudovna Balatkhanova, assistant Professor, Grozny State Oil Technical University, elita.74@mail.ru

Irina Vladimirovna Erofeeva, junior researcher, Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences, ira.erofeeva.90@mail.ru

Larisa Mikhaylovna Oshkina, assistant Professor, National Research Mordovia State University, OshkinaLM@yandex.ru

Airat Safiullovich Bogdanov, master student, National Research Mordovia State University, ayrat.bogdanov@mail.ru

Sergey Vyacheslavovich Nadorov, master student, National Research Mordovia State University, vk.nadorov.s@yandex.ru

Pavel Aleksandrovich Efremov, master student, National Research Mordovia State University, pashaefremov95@mail.ru

Для цитирования:

Емельянов Д.В. Цементные композиты с добавкой доломитового наполнителя / Д.В. Емельянов, Э.М. Балатханова, И.В. Ерофеева, Л.М. Ошкина, А.С. Богданов, С.В. Надоров, П.А. Ефремов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 486 - 497.

Citation:

Emelyanov D.V. Cement composites with addition of dolomite / D.V. Yemelyanov, E.M. Balatkhanova, I.V. Erofeeva, L.M. Oshkina, A.S. Bogdanov, S.V. Nadorov, P.A. Efremov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 486 - 497.

УДК 622.02:531

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ОТВЕРДИТЕЛЯ – ПОЛИЭТИЛЕНПОЛИАМИНА НА КЛИМАТИЧЕСКУЮ СТОЙКОСТЬ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ

В.Т. Ерофеев, И.В. Смирнов
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск, Россия
П.В. Воронов
Российский университет транспорта (МИИТ), Москва, Россия
Д.А. Светлов
«ООО СОФТ ПРОТЕКТОР», Санкт-Петербург, Россия
В.В. Афонин
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск, Россия

Аннотация

Исследована климатическая стойкость эпоксидных композиций на основе двух видов эпоксидных, отверждаемых полиэтиленполиамином. Изготовленные образцы экспонировались в течение 9 месяцев в пресной воде реки Охта и климатических условиях на открытой площадке и под навесом в Красногвардейском районе г. Санкт-Петербурга. Под результаты испытаний была подобрана эмпирическая функция с тремя параметрами, с помощью которой производится аппроксимация экспериментальных данных с возможностью прогноза свойств испытуемых эпоксидного материала с отвердителем типа полиэтиленполиамин.

RESEARCH OF THE EFFECT OF THE QUANTITATIVE CONTENT OF A CURING AGENT - POLYETHYLENE-POLYAMINE ON CLIMATIC DURABILITY OF EPOXY COMPOSITES

Abstract

The climatic resistance of epoxy compositions on the basis of two types of epoxy, cured with polyethylene polyamine, is investigated. The samples were exhibited for 9 months in the fresh water of the Okhta river and climatic conditions in the open area and under a canopy in the Krasnogvardeysky district of St. Petersburg. An empirical function with three parameters was selected for the test results, which is used to approximate the experimental data with the ability to predict the properties of the tested epoxy with a polyethylene polyamine-type hardener.

Строительные материалы и конструкции в период эксплуатации подвергаются воздействию различных агрессивных сред, что может привести к повреждению и разрушению бетонных, железобетонных и металлических конструкций. Одним из способов повышения долговечности конструкций из традиционных материалов является нанесение на поверхность полимерных покрытий.

В современном строительстве большее распространение в качестве антикоррозионных защитных покрытий имеют полимерные композиты на основе фенолформальдегидных, полиэфирных, фурановых и эпоксидных смол [1–6]. Наиболее распространенным отвердителем эпоксидных смол является полиэтиленполиамин (ПЭПА). В настоящей работе исследована климатическая стойкость эпоксидных композиций на основе двух видов эпоксидных смол марок ЭД-20 и LE-828, отверждаемых ПЭПА. Основные свойства данных вяжущих приведены в табл. 1.

Таблица 1. Свойства эпоксидных вяжущих ЭД-20 и LE-828

№п/п	Характеристика	Показатели вяжущих	
		Смола ЭД-20	Смола LE-828
1	*2*	*3*	*4*
1	Внешний вид	Высоковязкая прозрачная жидкость без видимых механических включений и следов воды	
2	Цвет по железокобальтовой шкале, не более	4	4
3	Массовая доля эпоксидных групп, %	19,9-22,0	18,5-20,5
4	Массовая доля летучих веществ, %, не более	0,5	0,5
5	Массовая доля гидроксильных групп, %, не более	1,7	1,5
6	Динамическая вязкость, Па·с при 20 ^{0}C	12-18	12-15
7	Время желатинизации с отвердителем, ч, не менее	5,0	4,7

При выполнении исследований количество отвердителя для обоих видов вяжущих было принято в пределах от 8 до 14 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. На первом этапе приготовленные смеси на основе смолы и отвердителя укладывались в формы и отверждались в течение одних суток в нормальных температурно-влажностных условиях. На втором этапе образцы вне форм доотверждались при температуре 80 ^{0}C в течение 6 часов.

Настоящие исследования посвящены оценке стойкости полимерных материалов в речной воде и климатических условиях г. Санкт-Петербурга. Климат Санкт-Петербурга – умеренный и влажный, переходный от континентального к морскому. Изготовленные образцы экспонировались в течение 9 месяцев в пресной воде реки Охта (правый приток Невы) и климатических условиях (на открытой площадке и под навесом) в Красногвардейском районе г. Санкт-Петербурга. В условиях открытой площадки образцы испытывали воздействие ультрафиолетового облучения, переменной влажности, а под навесом – воздействие повышенной влажности. Через каждые 3 месяца выдерживания образцы испытывались на изгиб и сжатие и взвешивались.

Учитывая известные функции для подбора эмпирических формул [7–10] и анализируя поведение относительных коэффициентов стойкости для испытаний в воде, общий вид аппроксимирующей функции $y(t)$ принимаем в виде [6]

$$y(t) = a \cdot (t - b)^c, \qquad (1)$$

где a, b, c – подлежат определению, t – время испытаний.

Неизвестные параметры в формуле (1) будем находить по методу наименьших квадратов [7, 8]. Для этого предварительно преобразуем функциональную зависимость (1). Прологарифмируем обе части формулы (1), получим

$$\lg(y) = \lg(a) + c \cdot \lg(t - b),$$

где lg – символ логарифмирования по основанию 10.

Можно перейти к линейному уравнению кривой, если положить

$$\hat{Y}_k = \lg(y_k),\ B = \lg(a),\ A = c,\ X_k = \lg(t_k - b),$$

$$\hat{Y}_k = A \cdot X_k + B,$$

где y_k – табличные значения коэффициентов стойкости, t_k – нумерация времени испытаний (1, 2, 3).

Чтобы определить параметр b аппроксимирующей функции, можно выполнить поиск минимального значения средней

квадратической ошибки E_2, которая вычисляется по следующей формуле [9]:

$$E_2 = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}\left(\hat{Y}_k - y_k\right)^2}, \quad (2)$$

где N – число табличных данных плюс 1, соответствующая коэффициенту стойкости контрольных образцов.

Итерационно изменяя значения определяемого параметра и вычисляя среднюю квадратическую ошибку, можно найти такое значение параметра b, при котором средняя квадратическая ошибка (2) будет минимальной. При этом на каждом шаге итерации осуществляется процедура метода наименьших квадратов относительно линейной функции. После того, как будут определены параметры аппроксимирующей функции, можно будет осуществить аналитический прогноз, прогноз изменения коэффициента стойкости (в относительных единицах или в процентах) в зависимости от времени испытаний в воде и на открытой площадке. В результате численных экспериментов получены данные для образцов, выдержанных в воде, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Аппроксимация коэффициентов стойкости образцов, выдержанных в воде

Марка вяжущего	Содержание отвердителя, мас. ч.	Параметры аппроксимации			Средняя квадратическая ошибка аппроксимации, E_2	Период прогноза, мес.	Прогноз значения коэффициента стойкости, %
		a	*b*	*c*			
LE-828	8	0,8912	0,9853	-0,0272	0,0215	83	81,46
	10	0,8659	0,9928	-0,0291	0,0354	83	78,66
	12	0,8881	0,9869	-0,0273	0,0213	83	81,16

	14	0,8883	0,9952	-0,0221	0,2958	83	82,58
ЭД-20	8	0,8259	0,9679	-0,0556	0,2478	83	68,75
	10	0,8490	0,9978	-0.0267	0.3394	83	77,75
	12	0,8663	0,9987	-0,0215	0,2809	83	80,69
	14	0,9217	0,9870	-0,0187	0,0813	83	86,64

Таким образом, выбранная функция аппроксимации (1) дает достаточно малую среднеквадратическую ошибку.

Результаты прогнозирования в соответствии с полученными данными показаны на рис. 1 (*а*, *б*) для различных добавок с периодом прогноза 83 месяца (6,92 года).

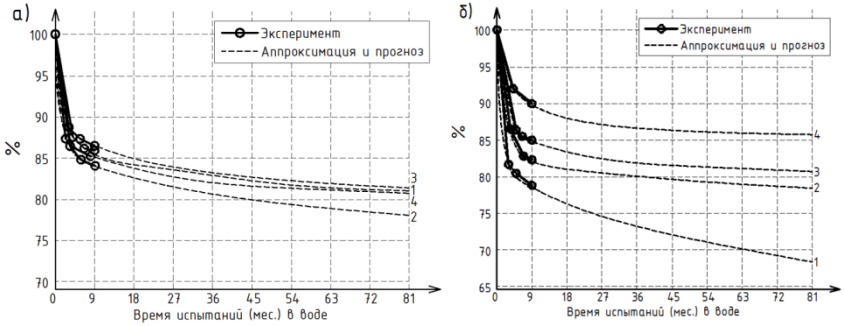


Рис. 1. Изменение коэффициента стойкости во времени для составов: *а*) 1 – смола LE-828 (100), ПЭПА (8); 2 – смола LE-828 (100), ПЭПА (10); 3 – смола LE-828 (100), ПЭПА (12); 4 – смола LE-828 (100), ПЭПА (14); *б*) 1 – смола ЭД-20 (100), ПЭПА (8); 2 – смола ЭД-20 (100), ПЭПА (10); 3 – смола ЭД-20 (100), ПЭПА (12); 4 – смола ЭД-20 (100), ПЭПА (14).

Аналогичные расчеты были выполнены для образцов, находящихся на открытой площадке. Для аппроксимации коэффициентов которых также была принята функция (1). Результаты численных экспериментов сведены в табл. 3.

Таблица 3. Аппроксимация коэффициентов стойкости образцов, выдержанных на открытой площадке

Марка вяжущего	Содержание отвердителя, мас. ч.	Параметры аппроксимации			Средняя квадратическая ошибка аппроксимации, E_2	Период прогноза, мес.	Прогноз коэффициента стойкости, %
		a	*b*	*c*			
LE-828	8	0,9591	0,7485	-0,0302	0,0526	83	86,79
	10	0,9308	0,9709	-0,0202	0,2826	83	87,06
	12	0,9735	0,9631	-0,0081	0,1197	83	94,78
	14	0,9577	0,7155	-0,0343	0,0602	83	85,50
ЭД-20	8	0,9446	0,8724	-0,0276	0,3782	83	86,22
	10	0,9237	0,7666	-0,0545	0,6879	83	77,13
	12	0,9932	0,1000	-0,0819	0,2753	83	75,61

	14	0,9976	0,1000	-0,0360	0,1876	83	88,47

Диаграммы с прогнозом для образцов, выдерживаемых на открытой площадке, приведены на рис. 2 (*а*, *б*).

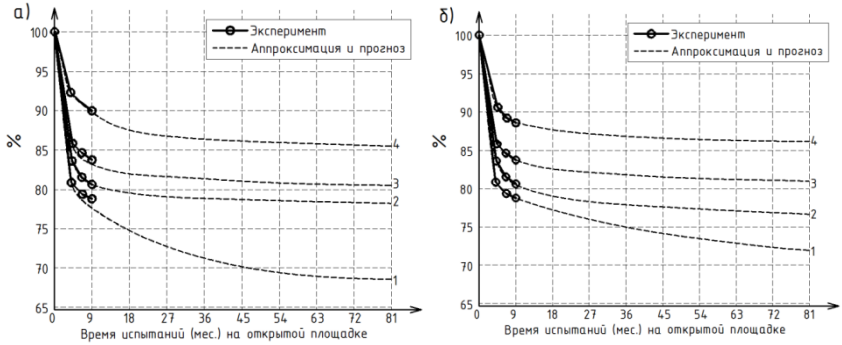


Рис. 2. Изменение коэффициента стойкости во времени для составов: а) 1 – смола LE-828 (100), ПЭПА (8); 2 – смола LE-828 (100), ПЭПА (10); 3 – смола LE-828 (100), ПЭПА (12); 4 – смола LE-828 (100), ПЭПА (14); б) 1 – смола ЭД-20 (100), ПЭПА (8); 2 – смола ЭД-20 (100), ПЭПА (10); 3 – смола ЭД-20 (100), ПЭПА (12); 4 – смола ЭД-20 (100), ПЭПА (14).

Как видно из рис. 2, характер изменения коэффициентов стойкости образцов типа «Смола LE-828» отличается от предыдущих случаев (рис. 1), а также от коэффициентов стойкости образцов типа «Смола ЭД-20», выдержанных под навесом. В связи с этим для аппроксимации зависимостей коэффициентов стойкости во времени были выбраны следующие функции (для образцов, выдержанных под навесом):

$$y(t) = a \cdot e^{b \cdot t}, \tag{3}$$

где a, b – числовые коэффициенты, подлежащие определению,

$$y(t) = a_3 \cdot t^3 + a_2 \cdot t^2 + a_1 \cdot t + a_0, \tag{4}$$

где a_0, a_1, a_2, a_3 – числовые коэффициенты (полинома 3-го порядка), подлежащие определению.

Для функции (3) используются функциональные преобразования вида

$$y^* = \ln(y);\ x^* = t;\ a^* = \ln(a);\ b^* = b; \rightarrow y^* = a^* + b^* \cdot x^*.$$

Для функции (4) для определения коэффициентов необходимо решить следующее нормальное уравнение (7):

$$\left(X^T X\right) \cdot B = X^T \cdot Y,$$

где X – матрица вида

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1^* & \left(x_1^*\right)^2 & \left(x_1^*\right)^3 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 1 & x_n^* & \left(x_n^*\right)^2 & \left(x_n^*\right)^3 \end{bmatrix},$$

n – размерность отсчетов времени испытаний (здесь n = 4), B – вектор искомых коэффициентов, Y – вектор исследуемого параметра – коэффициента стойкости при нормальных условиях, в воде, на открытой площадке, под навесом.

Результаты аппроксимации приведены в табл. 4.

Таблица 4. Аппроксимация коэффициентов стойкости образцов, выдержанных под навесом.

Марка вяжущего	Содержание отвердителя, мас. ч.	Параметры аппроксимации		Средняя квадратическая ошибка аппроксимации, E_2	Период прогноза, мес.	Прогноз коэффициента стойкости, %
		a	*b*			
LE-828	8	0,0336	-0,0365	0,6145	59	49,81
	10	0,0462	-0,0450	1,0217	59	45,52
	12	0,0374	-0,0374	0,7411	59	49,11

	14	0,0378	-0,0360	1,0559	59	50,55
ЭД-20	8	0.0551	-0.0610	1,1729	59	31,14
	10	0,0378	-0,0534	1,3806	59	35,68
	12	0,0435	-0,0466	0,2791	59	41,07
	14	0,0300	-0,0266	0,4990	59	60,47

Диаграммы с прогнозом для образцов, выдерживаемых под навесом, приведены на рис. 3 (*а*, *б*).

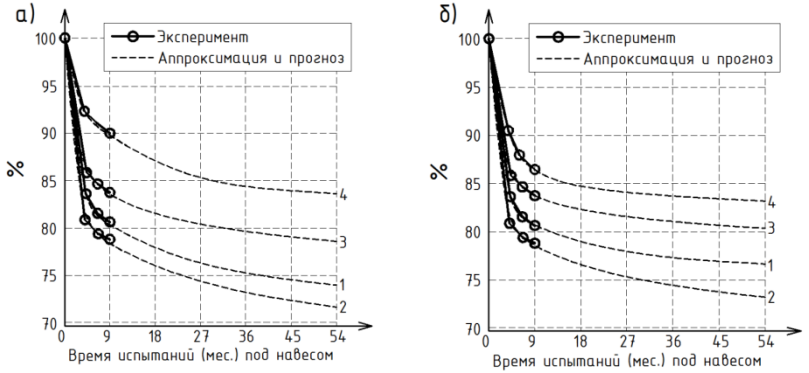


Рис. 3. Изменение коэффициента стойкости во времени для составов: а) 1 – смола LE-828 (100), ПЭПА (8); 2 – смола LE-828 (100), ПЭПА (10); 3 – смола LE-828 (100), ПЭПА (12); 4 – смола LE-828 (100), ПЭПА (14); б) 1 – смола ЭД-20 (100), ПЭПА (8); 2 – смола ЭД-20 (100), ПЭПА (10); 3 – смола ЭД-20 (100), ПЭПА (12); 4 – смола ЭД-20 (100), ПЭПА (14).

Из результатов испытания образцов после выдерживания в воде видно, что эпоксидные композиты на обоих видах вяжущих имеют достаточно высокие показатели стойкости. Причем относительные показатели прочности при изгибе имеют близкие значения, а стойкость при оценке на сжатие оказалась выше у составов, сформированных на смоле марки LE-828. Большей стойкостью обладают составы с содержанием отвердителя в пределах от 10 до 12 мас. ч. на 100 мас. ч. вяжущего.

При выдерживании образцов на открытой площадке более высокая стойкость характерна для составов с повышенным содержанием полиэтиленполиамина при испытании как на сжатие, так и при изгибе. Сравнительные испытания показали, что более высокая стойкость характерна для составов на основе смолы LE-828. Причем более высокая стойкость композитов, установленная при испытании образцов, выдержанных на открытой площадке обнаружена у составов на смоле LE-828 при содержании отвердителя равном 12 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы, а у составов на смоле ЭД-20 при содержании отвердителя – 14 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы.

Литература

1. Ерофеева И.В., Афонин В.В., Федорцов В.А., Емельянов Д.В., Подживотов Н.Ю., Зоткина М.М. Исследование поведения цементных композитов в условиях повышенной влажности и переменных положительных температур // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2017. Т. 13. № 4. С. 66-81.
2. Меркулов Д.А., Коротаев С.А., Ерофеев В.Т. Оптимизация гранулометрического состава кварценаполненных полиэфирных композитов. // БСТ : Бюллетень строительной техники, 2017, № 5(993), с. 31–33.
3. Ерофеев В.Т., Афонин В.В., Черушова Н.В., Зоткина М.М., Митина Е.А., Зоткин В.Б., Ерофеева И.В. Методы и алгоритмы оценки качества поверхности строительных изделий и конструкций // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 4–1. – С. 33–40.
4. Ерофеев В.Т., Смирнов И.В., Воронов П.В., Афонин В.В., Каблов Е.Н., Старцев О.В., Старцев В.О., Медведев И.М. Исследование стойкости полимерных покрытий в условиях воздействия климатических факторов черноморского побережья//Фундаментальные исследования. 2016. №11-5. С. 911-924.

5. Лазарев А. В., Казначеев С. В., Ерофеев В. Т., Бредихин В. В., Худяков В. А. Оптимизация составов наполненных эпоксидных композитов по прочностным показателям. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2012. №2-3. С. 235–239.
6. Смирнов И.В. Моделирование физико-механических свойств и климатической стойкости эпоксидных композитов: дис. … к-та техн. наук: 05.23.05/ Смирнов Игорь Витальевич. – Саранск, 2017. – 252 с.
7. Демидович Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : Учеб. пособие для студентов высших техн. учебных заведений. 3-е изд., перераб. / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова; под ред. Б. П. Демидовича. – М. : Наука, 1967. – 368 с.
8. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.
9. Мэтьюз Д. Г. Численные методы. Использование MATLAB. 3-е издание : Пер. с англ./Д. Г. Мэтьюз, К. Д. Финк. – М. : Вильямс, 2001. – 720 с.

Ключевые слова: эпоксидные композиты, отвердитель, полиэтиленполиамин, климатическая стойкость, аппроксимация, метод наименьших квадратов, эмпирические формулы.

Keywords: epoxy composites, hardener, polyethylene polyamine, climatic resistance, approximation, least squares method, empirical formulas.

Ерофеев Владимир Трофимович – доктор технических наук, профессор, академик Российской академии архитектуры и строительных наук, декан архитектурно-строительного факультета Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва, e-mail: fac-build@adm.mrsu.ru

Смирнов Игорь Витальевич – кандидат технических наук, инженер кафедры кафедры строительных материалов и технологий Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва, e-mail: smirnovigor26@yandex.ru

Воронов Павел Владимирович – кандидат технических наук, доцент Российского университета транспорта (МИИТ)

Светлов Дмитрий Анатольевич – кандидат технических наук, генеральный директор «ООО СОФТ ПРОТЕКТОР»

Афонин Виктор Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва, e-mail: vvafonin53@yandex.ru

Erofeev Vladimir Trophimovich – doctor of technical Sciences, Professor, academician of the Russian Academy of architecture and construction Sciences, Dean of the faculty of architecture and construction, National Research Ogarev Mordovia State University,

e-mail: fac-build@adm.mrsu.ru

Smirnov Igor Vitalevich – candidate of technical Sciences, engineer of the Department of building materials and technologies of the national research Mordovian state University. N. P. Ogarev,

e-mail: smirnovigor26@yandex.ru

Voronov Pavel Vladimirovich – candidate of technical Sciences, associate Professor, Russian University of transport (MIIT)

Svetlov Dmitry Anatolyevich – candidate of technical Sciences, General Director of «OOO SOFT PROTECTOR»

Afonin Victor Vasilyevich – candidate of technical Sciences, Associate Professor of Department of automated information processing and management systems, National Research Ogarev Mordovia State University, e-mail: vvafonin53@yandex.ru

Для цитирования:

Ерофеев В.Т. Исследование влияния количественного содержания отвердителя – полиэтиленполиамина на климатическую стойкость эпоксидных композитов / В.Т. Ерофеев, И.В. Смирнов, П.В. Воронов, Д.А. Светлов, В.В. Афонин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 498 - 509.

Citation:

Erofeev V.T. Research of the effect of the quantitative content of a curing agent - polyethylene-polyamine on climatic durability of epoxy composites / V.T. Erofeev, I.V. Smirnov, P.V. Voronov, D.A. Svetlov, V.V. Afonin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 498 - 509.

УДК 69.003.13

ИННОВАЦИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

И.В. Львов, Г.Е. Сергеев
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Аннотация

В статье изложена необходимость внедрения инноваций в управленческий процесс в строительстве, показано преимущество информационной системы управления по сравнению со стандартными устоявшимися процессами. Более подробно приведена её функциональная часть — совокупность методов и технических средств, обеспечивающих реализацию функций управления в автоматизированном режиме.

INNOVATIONS IN THE SYSTEMMANAGEMENT OF CONSTRUCTION ENTERPRISE

Abstract

The article outlines the need for innovation in the management process in construction, shows the advantage of the management information system compared to standard established processes. Its functional part is given in more detail - a set of methods and technical means ensuring the implementation of management functions in an automated mode.

Управление строительством в рыночных условиях — это сложная система комплекса функций, составляющими которой являются все основные элементы производства. Конечной целью этой системы является достижение запрограммированных практических результатов при минимальных затратах - своевременный и качественный ввод объектов в эксплуатацию. Такая цель ставилась и в нерыночный период нашей страны, но организационные формы управления строительными предприятиями того времени не позволяли добиться желаемых результатов. Подрядные организации стояли далеко от технологии сооружаемых ими предприятий. Неоднократные попытки сделать ввод в действие мощностей и основных фондов главным показателем работы подрядных организаций оставались нереализованными. Однотипность организаций (в смысле характера выполняемых работ), разобщенность их с организациями, проектировщиками строительства предприятий и сооружений, и

предприятиями, изготовляющими и поставляющими для объектов оборудование, делали подрядчиков подобный показатель объективно мало приемлемым, не стимулирующим дифференциацию организационных форм строительства применительно к потребности заинтересованных отраслей хозяйства и промышленности [3]. Назрела необходимость коренного изменения такого положения, то есть внедрения инноваций в управление строительными предприятиями.

Инновационный процесс [1] имеет свои специфические особенности, отличающие его от стандартного устоявшегося процесса. Под стандартным процессом можно понимать такую управленческую ситуацию, когда предприятие выпускает относительно постоянную номенклатуру товарной продукции. Это, естественно, означает, что и техника, и технология, и организация производства также остаются практически неизменными. Подобная ситуация резко меняется, если в деятельность предприятия внедряются какие-то новшества, тем более, если эти новшества имеют радикальный характер.

Разумеется, если никаких изменений инновационного характера на предприятии не происходит, то и никакое инновационное управление предприятию не нужно. Однако такое предприятие можно только пожалеть, так как в современном мире понятия «эффективность» и «инновации» стали фактически тождественными. Подтверждением такого вывода является то, что наиболее успешные компании в максимальной степени проявляют именно инновационную активность и тратят большие средства на проведение инновационных разработок.

Обеспечить беспроблемную адаптацию, приспособление производственной системы предприятия к этим резким изменениям, максимально эффективное протекание инновационного процесса - в этом заключается главная задача инновационного управления. Поэтому все большее место в системе управления предприятиями и составляющим его строительным производством в настоящее время занимают такие инновации как: информационная система, современная вычислительная техника, ЭВМ, компьютеризация, экономико-математические и программно-целевые методы [2].

В данной статье речь пойдет о функциональной части информационной системы управления в автоматизированном режиме.

Информационная система управления строительным предприятием— это отдельное подразделение строительного предприятия, осуществляющее автоматизированный сбор, обработку и выдачу информации, необходимой для эффективного управления организационным и

производственным процессом. Важнейшей задачей такой системы является обеспечение выработки эффективных управленческих и хозяйственных решений.

Важное место в организации информационных систем управления строительным производством занимает их функциональная часть — совокупность методов и технических средств, обеспечивающих реализацию функций управления в автоматизированном режиме. При разработке функциональной части информационной системы управления особое внимание должно уделяться гибкости и универсальности ее алгоритмического обеспечения.

Функциональная часть информационной системы сама по себе является сложной системой, состоящей из ряда функциональных подсистем, которые в свою очередь, делятся на задачи. Задачи могут группироваться в комплексы. Каждая функциональная подсистема предназначена для выполнения одной или нескольких функций управления.

Определение подсистем информационной системы начинается с классификации функций управления. Классификация проводится применительно к конкретному строительному предприятию и зависит от его размеров и предполагаемых внешних условий функционирования.

Полученный в итоге классификации перечень функций управления рассматривается с позиций возможности, целесообразности и очередности их автоматизации. В первую очередь подлежат автоматизации функции, которые определяют взаимодействие предприятия с внешней средой и реализация которых традиционными методами затруднена или невозможна. Затем идут функции управления, автоматизация которых может повысить оперативность управления, обеспечить более экономичное решение производственных задач. В третью очередь автоматизируются функции учета и контроля за состоянием производственного процесса и т. д.

Особое внимание следует обратить на функции, влияющие на повышение конкурентоспособности строительного предприятия, определяющие характер взаимодействия строительного предприятия с внешней средой: поставщиками, заказчиками, инвесторами, финансовыми организациями, органами госнадзора и т. д. Для более эффективного их осуществления целесообразно создание соответствующих служб.

Далее составляется перечень функциональных подсистем. Их состав и содержание могут меняться при переходе от одного уровня управления к другому.

Когда перечень подсистем информационной системы сформирован, функции управления распределяются по подсистемам, назначаются ответственные за исполнение этих функций, формируется матрица ответственности. По строкам этой матрицы располагаются подсистемы, а по столбцам — функции управления. Элементы матрицы определяется характером ответственности.

При этом за подсистемой могут быть закреплены полная ответственность за выполнение функции, что отмечается в матрице единицей, полное безразличие — отмечается нулем и некоторый уровень ответственности, который определяется главным менеджером и может быть выражен качественно с помощью лингвистических переменных «слабая», «средняя» и «сильная» ответственность.

Это делается для обеспечения возможности принятия взвешенного решения по каждому проводимому управленческому мероприятию с учетом мнения всех связанных с его проведением подсистем с точки зрения повышения эффективности выполнения полностью закрепленных за ними других управленческих функций.

Одним из важнейших условий построения эффективных информационных систем управления является сбалансированность объемов экономической и управленческой информации, зависящих от объемов производства, с ее производительностью и программными возможностями.

По уровню автоматизации управленческой деятельности информационные системы могут быть:

с автоматизированным решением информационных задач закрепленных за отдельными управленцами-исполнителями;

с автоматизированным решением задач, реализуемых коллективом исполнителей;

с автоматизированным решением управленческих и оптимизационных задач с использованием систем искусственного интеллекта. Если при первом уровне автоматизации достаточно организовать обработку информации и локальную базу данных на основе ПЭВМ для каждого служащего, то при переходе ко второму уровню необходимо объединение этих рабочих мест в некоторую сеть, позволяющую

вести обмен информацией между работниками и между базами данных. Коллективная работа в автоматизированной системе требует, наряду с локальными базами данных, наличия общего централизованного хранилища информации. Поэтому сеть должна соединяться с мощной ЭВМ, позволяющей хранить, обрабатывать и предоставлять значительные объемы информации.

Повышение интеллектуальности автоматизированных систем достигается за счет использования баз знаний, а также экспертных систем поддержки принятия решений. В этом случае автоматизация процессов управления выходит на новый уровень, качественно отличающийся от первых двух.

Особая привлекательность интеллектуальных информационных систем управления связана с возможностями использования естественного языка при вводе и выводе информации с помощью голоса человека с применением так называемых интеллектуальных интерфейсов «человек — машина». При этом, будучи оснащенной высокопроизводительными средствами автоматизации управленческого труда, такая информационная система организационного управления позволяет:

повысить оперативность, точность, достоверность информации, собираемой и обрабатываемой в системе управления, увеличить ее полноту и на этой основе улучшить качество, добиться своевременности принятия решений, обеспечивающих эффективное функционирование производства;

сделать возможным решение новых задач по оптимизации и синхронизации производства, требующих большого объема вычислений и применения современных математических методов;

повысить производительность управленческого труда, освободить работников от утомительных расчетных, учетных и других многократно повторяющихся и трудоемких операций, что дает возможность уменьшить численность управленческого персонала при одновременном повышении качества управления.

Как всякая открытая целенаправленная система, информационная система управления может входить в системы более высокого уровня (на уровне корпорации), взаимодействует с внешней средой и является управляющей частью производственной системы.

Если при первом уровне автоматизации достаточно

организовать обработку информации и локальную базу данных на основе ПЭВМ для каждого служащего, то при переходе ко второму уровню необходимо объединение этих рабочих мест в некоторую сеть, позволяющую вести обмен информацией между работниками и между базами данных. Коллективная работа в автоматизированной системе требует, наряду с локальными базами данных, наличия общего централизованного хранилища информации. Поэтому сеть должна соединяться с мощной ЭВМ, позволяющей хранить, обрабатывать и предоставлять значительные объемы информации.

Поскольку традиционное управление строительным предприятием является иерархическим, то информационная система управления также должна строиться по иерархическому принципу. При этом необходимо предусмотреть эффективную организацию обмена информацией между различными уровнями как «снизу вверх» в виде исходных дачных и рекомендаций для принятия решений (мнение нижестоящего по должности менеджера), так и «сверху вниз» в виде управленческих решений и требований по проведению управленческих мероприятий.

Количество внешних связей строительного предприятия определяется степенью его открытости: чем большая часть работ, связанных со строительством объекта, выполняется подразделениями, входящими в его состав, тем выше степень его замкнутости. Чем больше закрыта производственная система, тем меньше у нее внешних связей и больше внутренних.

Границы информационной системы управления не всегда могут совпадать с административными границами строительного предприятия, если у него имеются дочерние организации или оно является дочерней организацией. В этом случае информационная система должна иметь возможность расширения сферы обслуживания как за счет имеющихся у нее резервов, так и за счет наращивания функциональной мощности, например, за счет увеличения памяти или использования более производительной компьютерной техники.

Таким образом при внедрении инноваций в управление сложным современным строительством и строительным производством с его динамичностью и высокими темпами, в котором принимают участие многочисленные исполнители, важен принцип *оперативности,* т.е. своевременного и систематического получения анализа без которого

нельзя эффективно работать и обобщения (на основе принципа информативности) объективной оперативной информации о состоянии производства в пространстве в определенные временные параметры с целью принятия обоснованных решений и оперативного управления строительным производством. Достижению этой цели служит функциональная часть информационной системы управления строительными предприятиями как быстродействующий механизм оперативного регулирования и управления ходом строительства.

Литература

1. Львов И.В. Инновационная модернизация структуры строительства жилья в Чувашской Республике в условиях новой экономики// Жилищное строительство. Издательство ООО РИФ «Стройматериалы» Москва. 2017. № 10. С.41-46.

2. Минаков Ю.А. Строители. Искусство эффективно управлять. Трилогия. Йошкар-Ола: Марий. изд. комбинат, 1994. 843 с.

3. Подшиваленко П.В. Развитие хозяйственной реформы в строительстве и финансы.М.,1976. 288 с.

Ключевые слова: управление, инновации, эффективность, строительство, технология, информационная система, предприятия.

Keywords: management, innovation, efficiency, construction, technology, information system, enterprises.

Львов Иван Васильевич, профессор строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова», пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н – 407, г. Чебоксары, e - mail:Liv41@mail.ru; тел. 89063832612.

Сергеев Геннадий Евгеньевич, магистрант кафедры Строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова», пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н – 407, г. Чебоксары, тел.8906382567.

Lvov Ivan Vasilyevich, Professor of the Faculty of Civil Engineering of FSBEI HE "Chuvash State University. INUlyanova ", Lenin Ave., 6, Faculty of Civil Engineering, Office N - 407, Cheboksary, e - mail: Liv41@mail.ru; tel. 89063832612

Sergeev Gennady Evgenievich, Master student of the Department of Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics of the

Faculty of Civil Engineering FSUE of HE "Chuvash State University. IN Ulyanova ", Lenin Ave., 6, Faculty of Civil Engineering, Office N - 407, Cheboksary, e - mail: svetik - nlist.ru@bk.ru; tel. 8933570646.

Для цитирования:

Львов И.В. Инновации в системе управления строительным предприятием / И.В. Львов, Г.Е. Сергеев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 510 - 517.

Citation:

Lvov I. V. Innovations in the system management of construction enterprise / I.V. Lvov, G.E. Sergeev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 510 - 517.

УДК 69.003.13

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

И.В. Львов, С.Ю. Никифорова
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова» г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье изложена теоретическая сущность предпринимательства, показана его органическую связь с рыночной конкуренцией, приведено краткое сравнение состояния малого бизнеса России с передовыми странами. Приведены особенности строительной продукции, влияющие на предпринимательскую деятельность в строительстве.

ECONOMIC FEATURES OF BUSINESS IN CONSTRUCTION

Abstract

The article describes the theoretical nature of entrepreneurship, shows its organic connection with market competition, provides a brief comparison of the state of small business in Russia with advanced countries. The features of construction production influencing business activity in construction are given.

В начале статьи необходимо, на наш взгляд, охарактеризовать общие экономические основы предпринимательства, поскольку о предпринимательстве и предпринимательской деятельности пишут сейчас необычайно много. Пишут люди самых различных специальностей: не только те, кто имеет непосредственное отношение к производству товаров и их реализации, но и философы, историки, социологи, экономисты, психологи.

Это естественно, потому что предпринимательство затрагивает буквально все сферы жизни, все этажи человеческого бытия. Но не менее важно и другое. Предпринимательство совершается в сложном мировом обществе, где одновременно существуют различные социально-экономические отношения в многочисленных странах мира. Практика показывает, что в разных государствах предпринимательство развивается по-разному.

В США, например, предпринимательство, в виде малого бизнеса, является образом жизни. Здесь на сегодня насчитывается 7 млн. предприятий с численностью наемных работников менее 500 человек,

из них на 6 млн. предприятий занято менее 20 человек. Примерно одна из каждых трех американских семей вовлечена в малый бизнес. На долю малых предприятий приходится в до 40% ВНП и 50% валового продукта частного сектора, в том числе в строительстве - 80%, в оптовой торговле – 86%, в сфере обслуживания - 81% [4].

В нашей стране в течение многих десятилетий отрицались частная собственность, предпринимательство и предприимчивость, рыночная конкуренция, что привело к стагнации экономики. Создалось несоответствие развития производительных сил производственным отношениям. На этой основе произошли глубочайшие трансформации во всех сферах жизни общества. Образовалась новая экономика [2], главной целью которой стала обеспечение возможность людям свободно реализовать свои предпринимательские способности во всех отраслях народного хозяйства. Предпринимательство является главной движущей силой рыночной экономики, его всемерное развитие, использование присущей ему инициативы становится ведущим фактором экономического подъема. Оно – основа экономического роста.

В процессе развития новой экономики в России проделана огромная работа по внедрению предпринимательства. По состоянию на 10 февраля 2018 г. количество малых и средних предприятий составило 6 059 254, общее число работников - 16 075 473. Много это или мало? Если сравнить со странами с развитыми рыночными отношениями мы намного отстаем от них. Данные по США приведены выше. По европейским – аналогичная ситуация. В России, как видно из приведенных цифр, на тысячу граждан в среднем приходится всего лишь 10 малых предприятий, тогда как у них— не менее 35. Доля малого предпринимательства также существенно разнится от 15–20 % ВВП в России, и до 50–60 % в развитых странах мира [1].

О причинах такого отставания мы рассмотрим в последующих статьях, в данной – продолжим излагать экономические аспекты предпринимательства.

Преимущество предпринимательства состоит в том, что оно создает благоприятные предпосылки для формирования рыночной конкуренции между хозяйствующими субъектами, выявления и наиболее полного использования имеющихся резервов и возможностей повышения эффективности производства.

Предпринимательство — это делание денег из денег, но обязательно посредством полезной производительной деятельности - изготовления продукта или оказания услуг. Собственник может выступить в роли предпринимателя, если он сам будет заниматься

хозяйственной деятельностью и его доход выступает в виде соответствующего процента на капитал. Бизнес - экономическая деятельность хозяйствующего субъекта в условиях рынка, нацеленная на получение прибыли. Бизнесмен — это тот, кто “делает деньги”, владелец капитала, находящегося в обороте, приносящего доход. Им может быть деловой человек, в подчинении которого никто не находится, или крупный собственник, который не занимает никакой постоянной должности в организации, но является владельцем акций. Из сказанного следует, что нельзя смешивать бизнес с предпринимательством. Предпринимательство выступает как одна из форм бизнеса.

Что касается мотивов предпринимательской деятельности, то они в России несколько отличаются от существующих на Западе. Это не только прибыль. Не меньшее значение, как показывает практика, имеют самореализация, самостоятельность и независимость. Нередко люди, имея возможность получения значительных доходов при работе по найму, тем не менее открывают собственный бизнес, сулящий им меньшие доходы, но предоставляющие существенно большую свободу предпринимательской деятельности. Сказанное не отрицает правомерности положения о том, что без прибыли, притом вполне достаточной для обеспечения расширенного воспроизводства, предпринимательство не будет иметь места.

Заинтересованность предпринимателя в большем повышении эффективности своей работы связана, на наш взгляд, не с его желанием получить максимальную прибыль, а с необходимостью выжить в конкурентной борьбе. Конечно, предприниматель заинтересован в получении от своей деятельности наибольшей суммы прибыли. Кто этого не хочет? Но все же его заинтересованность в получении максимальной прибыли выступает субъективным фактором. Главное состоит в том, что предприниматель в условиях рыночной конкуренции объективно поставлен перед необходимостью выжить, остаться конкурентоспособным. А это возможно при выпуске продукции с меньшей, чем в среднем по отрасли, себестоимостью, что является материальной основой увеличения нормы рентабельности, получения максимальной прибыли. Поэтому он очень сильно заинтересован в повышении эффективности производства. Без этого он перестает быть предпринимателем.

Теперь попытаемся выделить основные особенности предпринимательства в рассматриваемой отрасли, которые характеризуются прежде всего ее продукцией. Продукцией строительного комплекса являются законченные и подготовленные к

эксплуатации объекты, здания и сооружения производственного и непроизводственного назначения. Все они локально закреплены и эксплуатируются только там, где они «пустили корни в землю». Это обусловливает технологию строительного производства. В ходе строительства изготовляемая продукция – возводимые объекты – остается на месте, а орудия труда по мере выполнения работ непрерывно перемещаются по объекту, с объекта – на объект, с одной стройки – на другую. Отсюда возникают своеобразные требования к предпринимателям – строителям. Им нужно быть достаточно мобильными, способными к быстрой организации работ на каждом новом объекте, на новой стройке, в новом районе при минимальных затратах. Орудия труда должны обладать подвижностью, широким диапазоном мощностей и взаимозаменяемостью. Необходимо, чтобы предметы труда имели ограниченную номенклатуру при условии производства их преимущественно в районах осуществления строительства, предпочтительно за счет местных материалов и сырья.

Главное состоит в том, что все это требует особого внимания к комплектованию предпринимательских строительных организаций кадрами и созданию условий, обеспечивающих закрепление на работе в этих организациях рабочих, инженерно-технических работников и служащих.

Продукция строительства неделима. Ввод в эксплуатацию мощностей означает, что сооружаемые объекты и даже отдельные установки должны быть полностью завершены как в строительном, так и в технологическом отношении. Рабочие машины, смонтированные во введенных в действие объектах, так же, как и установки, выполняют свою роль только в определенных сочетаниях, комплексах и системах. Без этого они не могут участвовать в производственном процессе и в лучшем случае используются не в полном объеме, что повышает себестоимость выпускаемой продукции и ухудшает ее качество, приводит к преждевременному износу основных фондов и снижению эффективности капитальных вложений.

Для изготовления каждой единицы продукции строительства обычно требуются сравнительно длительные сроки, охватывающие период от начала работ до их окончания и ввода в действие объектов, а также большие единовременные затраты. Строительство относится к отраслям, где процесс непрерывен, охватывает более или менее значительное число ежедневных процессов труда, которые в результате их соединения, в результате непрерывности их действия доставляют готовый продукт лишь по истечении более или менее продолжительного периода.

Чтобы обеспечить непрерывность производственного процесса, его ритмичность и своевременную сдачу продукции, в хозяйственном обороте должны находиться, притом длительное время, средства для покрытия затрат в сфере производства, главным образом по незавершенному производству. Из этого следует, что сокращение незавершенного строительства (в других отраслях хозяйства такие затраты называют незавершенным производством) дает возможность изготовлять продукцию во все возрастающем объеме при уменьшении отвлечения средств на затраты в процессе производства. Оно допустимо лишь в размерах, достаточных для обеспечения работ, которые предстоит выполнить к концу планируемого периода по объектам, переходящим на следующий плановый период. Объем незавершенного строительства по таким объектам составляет задел.

Изложенное наглядно свидетельствует о том, что предпринимательство имеет общие экономические основы для всех отраслей экономики страны, но также включает определенные особенности в развитии отдельных отраслей как в материальной, так и нематериальной сфере народного хозяйства. В строительстве эти особенности связаны с тем, что по экономическому содержанию строительный комплекс в теоретическом аспекте представляет собой систему живого и овеществленного труда организаций и предприятий, обеспечивающих материализацию капитальных вложений, создание новых и модернизацию действующих основных фондов производственного и непроизводственного назначения, т.е. социально-экономическая сущность и огромная роль строительного комплекса заключается в том, что он обеспечивает в обществе расширенное производство, создает материально-техническую базу отраслей экономики и социальной сферы.

Исходя из вышесказанного формируется основная задача предпринимательства, отражающая её экономические особенности в строительстве: молодые предприниматели – строители должны быть хорошо вооружены экономическими знаниями, которые позволяют им выполнять технико – экономические расчеты, связанные с различными хозяйственными ситуациями; обосновать экономическую эффективность реализации новых организационно – технологических и инженерных решений в проектах и строительстве; правильно оценивать экономическую ситуацию и прогнозировать возможные изменения на рынке строительных услуг; иметь представление о методах разработки бизнес- плана, тендерной документации и других финансово – экономических документов, необходимых для оценки целесообразности участия в торгах с целью получения заказа на

выполнение проектно – изыскательских, научно – исследовательских, строительно – монтажных работ, поставку строительного и технологического оборудования, строительных материалов; владеть основами маркетинга, банковского дела. Вполне естественно, что решение таких сложных комплексных задач доступно лишь хорошо подготовленным предпринимателям.

Литература

1. Дадаханова Р. Р. Современное состояние малого предпринимательства в России // Молодой ученый. — 2013. — №5. — С. 359-360.

2. Львов И.В. Инновационная модернизация строительного комплекса в новой экономике/ И.В. Львов, Е.Б.Васильев. - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2016. - 230 с.

3.Ofd.nalog.ru Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства (дата обращения 15.10.18.)

4. www.nisse.ru – Национальный институт исследований проблем предпринимательства (дата обращения 11.10.18.)

Ключевые слова: предпринимательство, малый бизнес, рынок, конкуренция, прибыль, эффективность, строительство.

Keywords: entrepreneurship, small business, market, competition, profit, efficiency, construction.

Львов Иван Васильевич, профессор строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова», пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н – 407, г.Чебоксары, e - mail: Liv41@mail.ru; тел. 89063832612.

Никифорова Светлана Юрьевна, магистрант кафедры Строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова», пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н – 407, г. Чебоксары, e – mail: svetik – nlist.ru@bk.ru; тел.8933570646.

Lvov Ivan Vasilyevich, Professor of the Faculty of Civil Engineering of FSBEI HE "Chuvash State University. I.N. Ulyanova ", Lenin Ave., 6, Faculty of Civil Engineering, Office N - 407, Cheboksary, e - mail: Liv41@mail.ru; tel. 89063832612

Nikiforova Svetlana Yuryevna, Master student of the Department of Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics of the Faculty of Civil Engineering FSUE of HE "Chuvash State University. IN Ulyanova ", Lenin Ave., 6, Faculty of Civil Engineering, Office N - 407, Cheboksary, e - mail: svetik - nlist.ru@bk.ru; tel. 8933570646.

Для цитирования:

Львов И.В. Экономические особенности предпринимательства в строительстве / И.В. Львов, С.Ю. Никифорова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 518 - 524.

Citation:

Lvov I. V. Economic features of business in construction / I.V. Lvov, S.Yu. Nikiforova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 518 - 524.

УДК 693.5

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БЕТОНИРОВАНИЯ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Н. Г. Мамаев, А. Д. Ярцева
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В данной статье рассмотрены некоторые принципы и особенности бетонирования при возведении монолитных зданий в зимнее время. Одной из наиболее сложных задач при этом является прогрев бетонной смеси. Выбор метода обогрева зависит от вида конструкции возводимого сооружения и условий строительства.

FEATURES OF THE FORMWORK AT ESTABLISHMENT OF MONOLITHIC HIGH-RISE BUILDINGS IN WINTER TIME

Abstract

This article discusses some of the principles and features of concreting during the construction of monolithic buildings in the winter. One of the most difficult tasks is heating the concrete mix. The choice of the heating method depends on the type of construction of the structure being erected and the construction conditions.

Ведение круглогодичного строительства требует подогрева бетонной смеси в зимний период. Во время затвердевания бетона температура должна быть +20°С. Только в таких температурных условиях схватывание раствора будет равномерным и постоянным. Выполнить обогрев бетона зимой можно разными методами:

1) Обогрев нагревательным проводом;
2) Обогрев при помощи электродов;
3) Прогрев опалубки;
4) Обогрев инфракрасными лучами;
5) Подогревание паром низкого давления;
6) Технология термоса.

Обогрев бетона проводом ПНСВ зимой

Среди электрических методов обогрева бетона самым эффективным является нагревание ПНСВ проводом. Этот метод заключается в нагревании ж/б конструкции теплом, выделяемым проводом. Нагревательный провод со стальной жилой имеет ПВХ изоляцию и различное сечение (см. рис. 1).

Рис. 1. Провод для обогрева бетона.

Для электропрогрева бетона провод укладывают на арматуру перед заливкой раствора и привязывают к ней. Это необходимо для избегания повреждения во время заливки. Закрепленный провод не должен касаться опалубки или земли и выходить на поверхность бетона (см. рис. 2).

Рис. 2. Монтаж ПНСВ провода.

Бетон крепят к арматуре кусочками самого ПНСВ провода, важно не повредить изоляцию во время монтажа иначе происходит замыкание всей системы и обогрев не работает. Необходимую длину

ПНСВ определяют по его сечению, сопротивлению и наружной температуре. После монтажа провода и заливки раствора, концы провода подключают к трансформатору для подачи напряжения 50 В.

Существуют и другие виды провода, не требующие подключения к трансформатору. Но все же ПНСВ является более эффективным.

Обогрев бетона при помощи электродов

Разогрев бетона при помощи электродов был очень популярен раньше, но в последнее время он существенно уступил место ПНСВ комутации. Он заключается в выделении тепла электричеством, проходящим через влажный бетон. Подведение напряжения к бетону осуществляют при помощи электродов. В зависимости от их расположения подогрев может быть двух типов:

1. Для сквозного прогрева бетона электроды устанавливают по всему сечению бетонной конструкции;
2. Для периферийного прогрева бетона установку электродов выполняют снаружи бетонной конструкции.

К электродам подключают только переменный ток, так как от постоянного тока на поверхности электродов образуются солевые отложения. Для ж/б конструкций с арматурным каркасом подают напряжение не более 127 В. Бетонные растворы без металлических каркасов подогревают подачей напряжения 220-380 В. Для подогрева раствора применяют несколько видов электродов:

Стержневые электроды изготавливают из арматуры диаметром 8-12 мм. Их забивают молотком в просверленные отверстия на не большом расстоянии друг от друга и выполняют их коммутацию;

Пластинчатые электроды изготавливают из широких металлических пластин или узких полос. Их укладывают на двух внутренних сторонах опалубка друг против друга и выполняют их подключение к разным фазам;

Струнные электроды изготавливают из гладкой металлической арматуры диаметром 4-6 мм для подогрева бетонных столбов, балок и других аналогичных конструкций. Их укладывают в центральной части конструкции, а концы выводят через отверстие в опалубке и подсоединяют коммутирующие провода (см. рис. 3).

Рис. 3. Утепление колонны.

Во время подогрева бетон укрывают слоем гидроизоляции и теплоизоляции. Этот метод имеет недостатки в силу того что бетонная смесь прогревается неравномерно, а в месте непосредственного контакта электрода может попросту пережигаться и терять свои свойства.

Обогрев опалубки

Этот метод похож на обогрев бетона пластинчатыми электродами. Но в данном варианте обогревается не внутренняя сторона опалубки, а наружная. Иногда электроды располагают внутри самой опалубки во время ее строительства.

Обогрев опалубки электричеством применяют редко. Это связано со сложностью конструкции и малым соприкосновением опалубки с бетоном. Например, в фундаменте будет прогреваться только та часть бетона, которая прилегает к опалубке, а середина останется холодной.

Последнее время на рынке стали появляться опалубочные системы с уже продуманной внутренней системой обогрева, такие системы несколько дороже, но их эксплуатация существенно облегчает производственный процесс, потому-что монтаж любого обогрева — трудозатратные виды работ, а подключение уже продуманной системы обогрева внутри опалубочных элементов экономит массу времени.

Конструкция греющей опалубки должна обеспечивать: - равномерную температуру на палубе щита. Температурные перепады не должны превышать 5 °С; - электрическое сопротивление изоляции

при использовании электрических нагревателей и коммутирующей разводки — не менее 0,5 МОм. - возможность замены нагревательных элементов в случае выхода их из строя в процессе эксплуатации; - контроль и регулируемость режимов прогрева; - стабильность теплотехнических свойств щита. В качестве нагревателей для греющей опалубки могут быть использованы трубчатые электронагреватели (ТЭНы) по ГОСТ 13268[2] или нагревательные провода по ТУ-16.К71-013-88. Допускается применение нестандартных нагревателей, которые должны соответствовать требованиям нормативных документов в части виброустойчивости, электро- и пожарной безопасности[1].

Обогрев инфракрасными лучами

Этот метод основан на способности инфракрасных лучей нагревать непрозрачную поверхность бетона, и передавать тепло всей бетонной конструкции. Перед началом прогрева всю бетонную конструкцию укрывают прозрачной пленкой. Она пропустит лучи и сбережет тепло, не давая бетону быстро остывать.

Преимущество метода заключается в необязательном применении трансформаторов. Но инфракрасные лучи не способны равномерно прогреть большую толщину бетона, поэтому такой метод целесообразно применять для обогрева тонких конструкций.

Подогревание паром

Если электрические методы прогрева бетона невозможны, прибегают к эффективному способу прогрева паром. Прогретый паром бетон до температуры +70°С набирает прочность за 30 часов. При обычных условиях такой эффект можно достичь за 10 суток. Паровой метод заключается в следующем:

С помощью низкого давления пара создают оболочку, покрывающую всю ж/б конструкцию вместе с опалубкой;

Оболочку изготовляют из деревянных щитов и толи. Через отверстия в щитах вставляют шланги для подачи пара через каждые 5 $м^2$, а все стыки герметизируют;

Первую подачу пара выполняют за 30 минут до заливки раствора, чтобы прогреть конструкцию.

Рис. 4. Паровая пушка для обогрева.

Прогрев по технологии термоса

Выполнить обогрев бетона зимой по методу термоса можно при помощи утепления опалубки. Вид утепления подбирают по качеству раствора и наружной температуре. Этот метод рассчитан на наборе прочности бетона, охлажденного до 0°С.

Для достижения лучшего эффекта прогрева в бетонный раствор добавляют противоморозные добавки и ускорители твердения. Точное исполнение последовательности процесса, позволяющего сделать равномерный обогрев бетона зимой, повлияет на качество бетонной конструкции и на все строительное сооружение в целом.

Литература

1. ГОСТ Р 52085-2003. Опалубка. Общие технические условия.
2. ГОСТ 13268-88. Электронагреватели трубчатые.

Ключевые слова: зимнее бетонирование, метод термоса, ПНСВ провода.

Keywords: winter concreting, thermos method, PNSV wires.

Мамаев Николай Григорьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, mng1948@yandex.ru

Ярцева Анастасия Дмитриевна, студентка группы См-02-17 2-го курса строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, nastya-2402.95@mail.ru.

Nikolay Grigoryevich Mamaev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics of FSBEI HE "Chuvash State University named after I.N. Ulyanova, mng1948@yandex.ru

Yartseva Anastasia Dmitrievna, a student of the group Sm-02-17 of the 2nd course of the Faculty of Civil Engineering Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Chuvash State University named after I.N. Ulyanova, nastya-2402.95@mail.ru.

Для цитирования:

Мамаев Н.Г. Особенности опалубки при возведении монолитных высотных зданий в зимнее время / Н.Г. Мамаев, А.Д. Ярцева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 525 - 531.

Citation:

Mamaev N.G. Features of the formwork at establishment of monolithic high-rise buildings in winter time / N.G. Mamaev, A.D. Yartseva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 525 - 531.

УДК 614.894:621.791

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРБЦИОННО-ФИЛЬТРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ СВАРЩИКОВ АРМАТУРНЫХ ЦЕХОВ ЗАВОДА ЖБИ

О.Н. Маринина, Н.Ю. Ермилова
Волгоградский государственный технический университет

Аннотация

Проведены испытания респираторов из разработанного материала. Анализ результатов показал, что разработанный ионообменный волокнистый материал может использоваться в качестве сорбционно-фильтрующего элемента респиратора, обеспечивая требуемую эффективность защиты по фтористому водороду.

RESEARCH OF EFFICIENCY OF THE SORPTION FILTERING MATERIAL FOR PROTECTION OF RESPIRATORY ORGANS OF WELDERS

Abstract

Tests of respirators from the developed material are conducted. The analysis of results has shown that developed ion-exchange the fibrous material can be used as a sorbtsionno-filtering element of a respirator, providing demanded efficiency of protection on fluoric hydrogen.

Рост и интенсификация строительной отрасли приводит к расширению производств по изготовлению железобетонных изделий, что способствует значительному загрязнению химическими веществами окружающей среды и, в первую очередь, цехов по производству железобетонных конструкций. В связи с этим, особую значимость приобретают средства индивидуальной защиты органов дыхания работников таких предприятий.

Анализ условий труда сварщиков в составе арматурных цехов завода ЖБИ, позволил заключить, что даже при действующей местной вентиляции концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны значительно превышают предельно-допустимые, что ведет к риску повышения профессиональных заболеваний. При проведении сварочных работ в воздух рабочей зоны выделяется сварочный аэрозоль, в состав которого входят вредные для здоровья человека оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, алюминия и др.), газообразные соединения (фтористые, оксиды углерода, азота, озон). Одним из наиболее опасных соединений является фтористый водород.

Поэтому защита органов дыхания от вредных сварочных выбросов воздуха рабочей зоны сварщика, служит основой многих технологических процессов и является важнейшей проблемой [1,2].

Оценивая различные материалы, применяемые в фильтрующих элементах респираторов, можно сделать вывод, что наиболее целесообразно использовать смешанные ионообменные сорбенты в виде нетканых материалов [4,5]. Сорбционно–фильтрующие материалы из анионообменных волокон группы КМ показали высокую эффективность при улавливании хлористого водорода, фтористого водорода, аммиака, диоксида серы, пыли цемента и асбеста, аэрозолей солей металлов при использовании их в качестве фильтрующих элементов кассетных, рамных и рукавных фильтров на предприятиях химической промышленности, цветной металлургии и строительного комплекса. Эффективность улавливания в среднем составляет 99,6-99,8% [5].

В качестве сорбционно-фильтрующих материалов в респираторах наиболее часто используют иглопробивные, которые изготавливаются с помощью специальных игл перепутыванием волокон холста. Для улавливания сварочного аэрозоля применяется иглопробивной материал, состоящий из двух слоев: 1 слой — анионообменные поликапроамидные модифицированные волокна, 2 слой — гидрофильное модифицированное хлопкоподобное вискозное волокно [1, 3-5]. Соотношение слоев по массе соответственно составляет 1: (0,7-0,3). В качестве анионообменного волокна используется волокно на основе привитого сополимера поликапроамида и полидиэтиламиноэтилметакрилата [2,5,6]. Результаты испытаний сравнительных характеристик физико-механических свойств защитного материала приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты испытаний защитного материала

Примеры	Общая масса слоёв, гр/м^2	Масса слоя ионообменного волокна, г\м^2	Масса слоя высокомодульног о вискозного хлопкоподобного волокна, г\м^2	Время защитного действия, час	Разрывная нагрузка (Н) по длине и ширине		Жесткость при изгибе по длине и ширине		Воздухо-проницаемость м^3/м^2	Гигроскопичность %	Число смен
1	300	210	90	30	120	140	6,5	6,7	250	9,5	15
2	300	180	120	26	115	100	7,8	8,2	210	9	13
3	300	150	150	21	101	98	9,4	9,5	168	8,9	11
4	300	120	180	17	100	90	10,2	10	140	8,25	7
5	300	90	210	15	96	90	11	10,8	120	8	4

Для описания процессов поглощения HF разработанным сорбентом использовали изотермическую модель адсорбции [5,6].

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} + u\frac{\partial C}{\partial x} + \left(\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}\right)\frac{\partial a}{\partial \tau} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial a}{\partial \tau} = \beta_0[C\text{-}C_{равн}(a)], \quad (2)$$

$a = f(C)_\tau$. (3)

Граничные и начальные условия математической модели при первоначально незаполненном слое следующие:

при $\tau=0$ $C(0,x)=0$, а $(0,x)=0$ (4)

при $\tau>0$ $C(\tau,0)=C_0$, $a(\tau,0)=f(\tau),x=0$ (5)

Для решения рассматриваемой системы уравнений введем переменную:

$z=x-\lambda\tau$, (6)

где: λ — скорость движения границы сорбции, м/с.

Решение уравнений (7-9) имеет вид:

$$C_H = C_0 - \frac{\partial G}{\partial \tau}\frac{H\sigma}{\varepsilon F(u-\lambda)m_S}; \quad (7)$$

$$\beta_0 = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}\frac{(U-\lambda)}{H}; \quad (8)$$

$$\lambda = U\frac{C_0}{C_0 + a_0}. \quad (9)$$

Значение a_0 находилось по формуле:

$$a_0 = C_0 \cdot (KU_n - 1) = C_0\left(\frac{5,4893e^{-0,29x}}{G \cdot C_0} - 1\right), \quad (10)$$

где: К — коэффициент защитного действия определенный из уравнения

$$K = \frac{ДА}{G \cdot C_0} = \frac{5,4893e^{-0,29x}}{G \cdot C_0},$$

где: G — расход ГВС.

Скорость U_n можно определить из уравнения Дарси:

$$U_n = \frac{k\Delta P_{TK}}{\mu h_{ион}}, \quad (11)$$

где: U_n — скорость газа в канале пористой среды, м/с; $\Delta P_{ТК}$ — перепад давления на участке пористого элемента, Па; μ — вязкость газа, Па·с; $h_{ион}$ — толщина пористого сорбирующего элемента, м; k — коэффициент пропорциональности, характеризующий абсолютную проницаемость среды, принимаемый для идеального учета равным

$$k = \frac{n_э d_{ср}^2}{32},$$

с учетом строения материала, его поровой структуры

$$d_{ср} = (\frac{32\mu h_{ион} k_н \overline{V}}{\Delta P_{ТК} n_э^2})^{0.5}.$$

Скорость поглощения газа, то есть количество поглощенного газа, отнесённое к массе адсорбента, (I) в единицу времени или скорость поглощения газа (U_{nr}) можно определить по формуле:

$$U_{nr} = \frac{I}{t} = \frac{M_Г}{M_{ТК}} = \frac{V_a \cdot C \cdot F_{фильт.}}{F_{тк.} \rho_{тк} \cdot h_{ион}}. \quad (12)$$

где $M_г$ — масса поглощенного газа, $M_{тк}$ — масса чистого сорбента.

Скорость газа, обусловленная процессом адсорбции, с учетом пористости и удельной поверхности рассчитывается по формуле:

$$V_a = \frac{4U_{nr} F_{ТК} \rho_{ТК}}{\pi \overline{C} S_{уд} k_И d_B^2}.$$

Тогда определённую за время $t_к$ скорость газа, обусловленную процессом адсорбции, находим по формуле:

$$\overline{V_a} = [\frac{4m_{ТК}\Delta P_{ТК}}{\pi \overline{C} S_{уд} d_B^2} \frac{1}{t_K} \int_0^{tk} U_{nr}(t,a)dt = \frac{4F_{ТК}\rho_{ТК}}{\pi \overline{C} S_{уд} k_И d_B^2} \int_0^{tk} 5,4893 e^{-0,29x} dt = \frac{20F_{ТК}\rho_{ТК}}{\pi \overline{C} S_{уд} k_И d_B^2} \cdot (1 - e^{-0,29x})$$

(13)

Проведены испытания респираторов с сорбционно-фильтрующим элементом из разработанного материала. Основным показателем защитных свойств респиратора является время защитного действия от начала работы до повышения в подмасочном пространстве концентрации газообразных фтористых соединений более 1 ПДК (если величина обнаружена в 2-3 последовательных пробах). Отбор проб воздуха из зон дыхания рабочего испытателя из подмасочного пространства респиратора и анализ проб на содержание в них газообразных фтористых соединений проводили по методике [3,5]. Чувствительность определения фтористых соединений — 0,05 мг/м^3.

Пробы из подмасочного пространства отбирались 1 раз в рабочую смену. В процессе испытаний регистрировались микроклиматические условия на рабочих местах испытателей: температура, относительная влажность и подвижность воздуха. Оценка определенных показателей респираторов устанавливалась путем сравнения этих показателей по всем респираторам, испытанным во время испытаний. Выведенные средние величины являются установленными величинами по определенным показателям [2].

Для изучения динамики изменения защиты в течение времени построен график изменения во времени концентрации фтористого водорода в зоне дыхания (1) и под полумаской респиратора «Снежок ГП-В» снабженного сорбционно-фильтрующим элементом из двухслойного разработанного материала (2) (рис. 1).

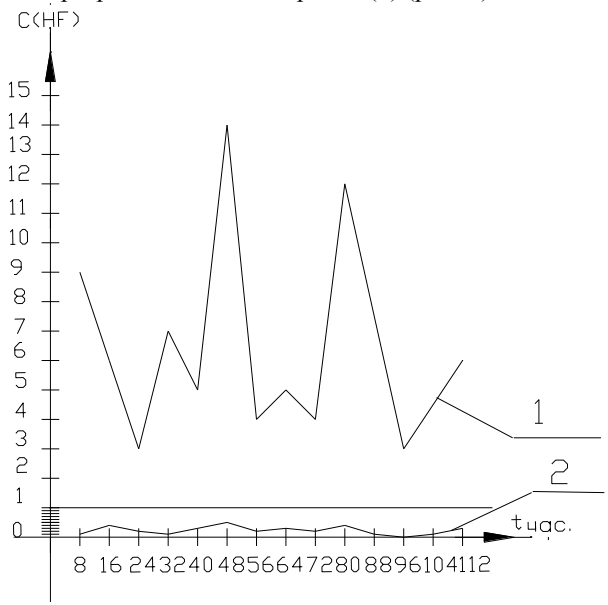


Рис. 1. График зависимости изменения во времени концентрации фтористого водорода, где: t — чистое время использования респиратора в течение 112 часов (14 смен) час., С — концентрация HF, ПДК.

Анализ графика показал, что концентрация HF под маской респиратора на протяжении всего срока испытания не превышала 1 ПДК, что говорит о достаточно высоких защитных свойствах

респиратора, а, следовательно, сорбционно-фильтрующего элемента [1,5].

В ходе эксперимента, пришли к выводам, что данный ионообменный материал эффективно защищает органы дыхания во время сварочных работ, а значит, рекомендуется к использованию в фильтрующих элементах респираторов для защиты от газообразных составляющих сварочного аэрозоля, в том числе от фтористого водорода.

Литература

1. Мензелинцева Н.В., Маринина О.Н. Оценка защитных свойств сорбционно-фильтрующих материалов. г. Михайловка. 2011 г. Материалы конференции.

2. Маринина О.Н. Исследование защитных свойств респираторов типа «Снежок-ГП-В» при проведении сварочных работ [Текст] / Н.В. Мензелинцева, О.Н.Маринина // Вестник Волгогр. гос. арх.-строит. ун-та; Сер.: Строительство и архитектура. Волгоград: ВолгГАСУ, 2011. Вып. 24(43). С. 77-81

3. Маринина О.Н. Оценка защитных свойств сорбционно-фильтрующих материалов. [Текст] / Н.В. Мензелинцева, О.Н.Маринина// IV Российская научно-техническая конференция с международным участием, Социально-экономические и технологические проблемы развития строительного комплекса региона г. Михайловка, май 2011. С.173-175

4. Маринина О.Н. Исследование защитных свойств универсальных респираторов типа «Снежок». [Текст] /Н.В. Мензелинцева, О.Н. Маринина, Е.О. Фомина// Проблемы охраны производственной и окружающей среды: сб. материалов и науч. тр. инженеров-экологов Волгоград: ВолгГАСУ, 2009. С. 69-72

5. Маринина О.Н. Совершенствование средств индивидуальной защиты органов дыхания сварщиков арматурных цехов завода ЖБИ. Дисс. на соиск. к.т.н. Волгоград, 2012.

6. Быховская М.С., Гинзбург С.Л., Хализова О.Д. Методы определения вредных веществ в воздухе. М: Медицина, 1966г.

Ключевые слова: респиратор, фильтрующий элемент, сорбционно-фильтрующие материалы, ПДК (предельно-допустимая концентрация), подмасочное пространство.

Keywords: the respirator filtering an element, the sorption filtering materials, MPC (maximum-permissible concentration), submask space.

Маринина Ольга Николаевна — канд. техн. наук, доцент кафедры инженерной графики, стандартизации и метрологии, Институт архитектуры и строительства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, д. 1, day.meednight@gmail.com.

Ермилова Наталья Юрьевна — канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры инженерной графики, стандартизации и метрологии, Институт архитектуры и строительства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, д. 1, n.y.ermilova@yandex.ru.

Marinina Ol′ga Nikolayevna — Candidate of Engineering Sciences, Docent of Engineering Graphics, Standardization and Metrology Department, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University (VolgSTU).1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, day.meednight@gmail.com.

Ermilova Natal′ya Yur′evna — Candidate of Pedagogic Sciences, Docent, Docent of Engineering Graphics, Standardization and Metrology Department, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University (VolgSTU).1, Akademicheskaya St., Volgograd, 400074, Russian Federation, n.y.ermilova@yandex.ru.

Для цитирования:

Маринина О.Н. Исследование эффективности сорбционно-фильтрующего материала для защиты органов дыхания сварщиков арматурных цехов завода ЖБИ / О.Н. Маринина, Н.Ю. Ермилова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 532 - 538.

Citation:

Marinina O.N. Research of efficiency of the sorption filtering material for protection of respiratory organs of welders / O.N. Marinina, N.Ju. Ermilova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 532 - 538.

УДК 674-419

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ КАРТОННЫХ ГИЛЬЗ НА ПРОЧНОСТЬ ОБЛЕГЧЕННЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.В. Микрюкова, М.А. Седых
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

В данной статье рассмотрены современные облегченные плитные материалы и предложен вариант изготовления облегченного плитного материала с внутренним заполнением из картонных гильз. С увеличением диаметра картонных гильз уменьшается предел прочности при изгибе облегченных плитных материалов.

THE INFLUENCE OF THE SIZES OF CARDBOARD SLEEVES ON THE STRENGTH OF LIGHWEIGHT PLATE MATERIALS

Abstract

This article describes the modern lightweight cardboard materials and offered the option of making a lightweight panel of material with an inner filling of cardboard cores. With the increase of diameter cardboard cores reduced the limit of Flexural strength of lightweight materials.

Современные высокотехнологичные щиты облегченных конструкций получают все большее распространение в мебельном производстве и строительной промышленности. Связано это с тем, что такие конструкции имеют высокую прочность и значительную толщину, при этом имея небольшую плотность. Облегченными материалами в настоящее время принято называть плиты или панели с объемным весом ниже 450-500 кг/м^3 [1].

Рассмотрим актуальные облегченные материалы, представленные на рынке. Существует трубчатая древесностружечная плита – это плита с пустотами в виде труб. Плотность такого материала составляет 250-300 кг/м^3 [2]. Другой материал тамбурат, больше известен в мебельной промышленности и в производстве дверных блоков. Это трехслойная плита, наружные слои которой могут быть выполнены из листового древесноволокнистого или древесностружечного материала, а внутренний слой представляет собой ячеистую структуру в виде картонного заполнения. Плотность данного материала составляет 150-340 кг/м^3 [3].

Таким образом, изучив существующие облегченные плиты, их конструкцию и используемые материалы, нами предлагается новый облегченный плитный материал. Конструкция такого материала состоит из трех слоев: наружные слои – это листовой древесный материал, а внутренний слой – упорядоченно размещенные части картонных гильз [4].

Цель работы – определить влияние размеров картонных гильз на прочность облегченных плитных материалов с внутренним заполнением из картонных гильз.

Для исследования нами были изготовлены облегченные плиты с внутренним заполнением из картонных гильзам внешним диаметром: 30, 33, 48, 56 и 65 мм. В качестве наружных слоев применялись листы ламинированных древесноволокнистых плит средней плотности или MDF (от англ. Medium density fiberboard) толщиной 3 мм (рис.1).

Толщина облегченных плитных материалов составляла 25 и 40 мм. Внутренний слой (картонные гильзы) располагали радами вплотную друг к другу. Соединение наружных слоев из MDF и внутреннего слоя из картонных гильз осуществлялось путем склеивания в холодном прессе клеем на основе поливинилацетатной дисперсии марки Kleiberit 303.2.

Рис.1. Облегченные плитные материалы с внутренним слоем из картонных гильз

Толщина облегченных плитных материалов составляла 25 и 40 мм. Внутренний слой (картонные гильзы) располагали радами вплотную друг к другу. Соединение наружных слоев из MDF и внутреннего слоя из картонных гильз осуществлялось путем склеивания в холодном прессе клеем на основе поливинилацетатной дисперсии марки Kleiberit 303.2.

Было изготовлено 7 типоразмеров облегченных плитных материалов с внутренним заполнением из картонных гильз. Одним из

основных прочностных показателей древесных плитных материалов является предел прочности при изгибе. Для исследования влияния размеров картонных гильз на прочностные характеристики плитных материалов были проведены испытания для определения предела прочности при изгибе в соответствии с ГОСТ 10635-88 «Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе». Для этого из полученных облегченных плитных материалов были выпилены прямоугольные образцы, шириной 50 мм и длиной 320 мм. Испытания проводились на разрывной машине Р-10 [5]. Для каждого типоразмера образцов был определен их удельный вес.

В таблице 1 приведены результаты испытания облегченных плитных материалов с внутренним заполнением из картонных гильз. С увеличением толщины внутреннего слоя, а следовательно и толщины плитного материала (с 25 мм до 40 мм), удельный вес уменьшается в среднем на 25%. Диаметр картонных гильз практически не оказывает влияния на удельный вес материалов.

Таблица 1. Результаты испытания облегченных плит с внутренним заполнением из картонных гильз

№	Толщина плиты, h, мм	Наружный диаметр картонных гильз, D, мм	Удельный вес, ρ, кг/м^3	Предел прочности при изгибе, $\sigma_{изг}$, МПа
1	25	30	304,1	11,82
2	25	48	317,1	4,84
3	25	56	303,4	7,81
4	25	65	308,0	3,75
5	40	33	236,4	5,11
6	40	48	248,4	4,48
7	40	65	207,8	2,8

На рисунке 2 представлены графики зависимости предела прочности при изгибе от диаметра картонных гильз в наружном слое для плит толщиной 25 и 40 мм.

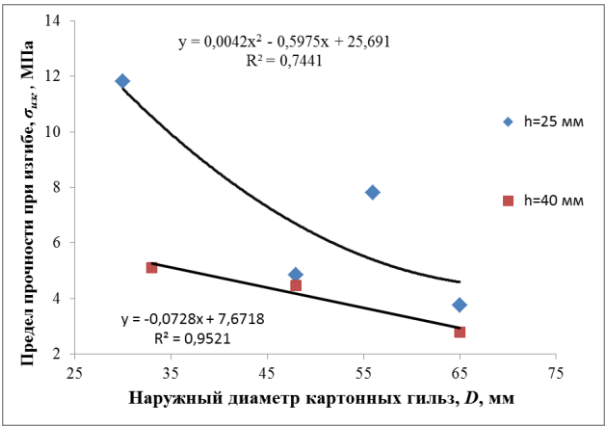


Рис. 2. Зависимости предела прочности при изгибе облегченных плит от наружного диаметра картонных гильз.

Полученные результаты показывают, что увеличение наружного диаметра картонных гильз приводит к уменьшению предела прочности при изгибе плитных материалов. Минимальное значение прочности при изгибе наблюдается у плит с диаметрами гильз 65 мм и составляет у плит с толщиной 25 мм – 3,75 МПа, с толщиной 40 мм – 2,8 МПа. Максимальное значение предела прочности при изгибе наблюдается у плит с меньшими диаметрами картонных гильз, т.е. 30 и 33 мм и составляет 11,82 МПа для плит толщиной 25 мм и 5,11 МПа для плит толщиной 40 мм.

При одних и тех же значениях диаметров картонных гильз увеличение высоты внутреннего слоя, а соответственно и толщины плиты приводит к уменьшению ее удельного веса, а так же к уменьшению предела прочности при изгибе. В каждом конкретном случае нужно находить оптимальное соотношение плотности и прочности облегченного плитного материала с внутренним заполнением из картонных гильз в зависимости от назначения.

Облегченный плитный материал с внутренним заполнением из картонных гильз найдет применение в различных сферах, так как он может быть использован в производстве мебели и дверных полотен, а так же в строительстве, для изготовления межкомнатных перегородок.

Литература

1. Скуратов, Н.В. Инновационные легкие панели из древесины // Лесной вестник. – 2016. – №3. – С. 60 – 65.

2. О компании Sauerland Spanplatte [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.sauerland-spanplatte.de (дата обращения 05.10.2018).
3. Наливко, Е.В. Свойства облегченных щитов с бумажным сотовым / Е.В. Наливко, А.В. Спиглазов, С.В Шетько. // Деревообрабатывающая промышленность. – 2009. – №6. – С. 17- 20.
4. Микрюкова, Е.В. Конструкционный облегченный плитный материал / Е.В. Микрюкова, М.А. Седых// Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2017. – Т. 3. – № 4. – С. 69-75.
5. ГОСТ 10635-88 Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе – М.: Издательство стандартов, 1989. – 8 с.

Ключевые слова: облегченный плитный материал, картонные гильзы, прочность при изгибе, удельный вес

Key words: lightweight Board material, cardboard sleeves, bending strength, specific weight

Микрюкова Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, доцент кафедры деревообрабатывающих производств Поволжского государственного технологического университета, Россия, г. Йошкар-Ола. E-mail: lemikora@ya.ru

Седых Мария Александровна, магистрант кафедры деревообрабатывающих производств Поволжского государственного технологического университета, Россия, г. Йошкар-Ола. E-mail: sedykh.rabota@yandex.ru

Mikryukova ElenaVyacheslavovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Woodworking Productions, Volga State University of Technology, Russia, Yoshkar-Ola.

Sedykh Maria Alexandrovna, Student of the Department of Woodworking Productions, Volga State University of Technology, Russian Federation, Yoshkar-Ola.

Для цитирования:

Микрюкова Е.В. Влияние размеров картонных гильз на прочность облегченных плитных материалов / Е.В. Микрюкова, М.А. Седых // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 539 - 544.

Citation:
Mikryukova E.V. The influence of the sizes of cardboard sleeves on the strength of lighweight plate materials / E.V. Mikryukova, M.A. Sedykh // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 539 - 544.

УДК 674.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СОСНОВОЙ КОРЫ И СТРУЖКИ

Е.В. Микрюкова, С.Р. Ахмедов
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

В данной статье рассматривается способ рационального использования отходов деревообрабатывающих производств, в виде сосновой коры и стружки. Композиционный плитный материал на основе сосновой коры и стружки можно использовать в качестве теплоизоляционного материала, строительного и для производства изделий. Приведены результаты исследований данного материала на водостойкость.

RESEARCH OF THE WATER RESISTANCE OF COMPOSITE PLATE MATERIALS BASED ON PINE BARK AND CHIPS

Abstract

This article discusses the method of rational use of waste wood processing industries, in the form of pine bark and shavings. Composite Board material based on pine bark and shavings can be used as a thermal insulation material, construction and for the production of products. The results of studies of this material on water resistance.

Проблема утилизации отходов деревообрабатывающих предприятий в настоящее время стоит очень остро. Данная проблема неотъемлемо связана с экологической безопасностью. Увеличение использования вторичных древесных ресурсов является важнейшим звеном в развитии политики ресурсосбережения, рационального природопользования, экологической безопасности производства. К отходам деревообрабатывающих предприятий относятся кора и стружка.

Изучение свойств древесной коры и способы ее переработки началось еще в середине XX века. В 1966-1967 гг. над этой задачей трудились в СвердНИИдрев и разработали способ переработки коры ели на плитные материалы без связующих, это сухой способ производства плит. Имеется два варианта этого способа производства плит: для коры сплавной и для коры свежесрубленной древесины, они

отличаются режимами горячего прессования и оборудованием. При этом прочность при статическом изгибе таких плит составляет 19-24 МПа. Улучшение технологии изготовления плит из отходов окорки сосновой древесины проводились Белорусским технологическим институтом. Процесс изготовления таких плит обусловлен следующими операциями: измельчение отходов, фракционирование, смешение со связующим, далее прессование при температуре 180°С. Отходы окорки в своем составе содержали 65-75% сосновой коры и 35-28% древесины. Плотность таких плит составляла 690-760 кг/м^3, а прочность при статическом изгибе – 8МПа [1].

Для рационального использования отходов в виде коры и стружки нами предлагается изготовление из них композиционных плитных материалов. С целью повышения прочности предлагается облицовывание их шпоном в процессе прессования. Технология изготовления таких материалов состоит из нескольких операций. Сухая измельченная сосновая кора перемешивалась с сухой сосновой стружкой, полученной от строгания на строгальных станках и связующим. В качестве связующего применялась карбамидоформальдегидная смола марки КФМТ с отвердителем NH_4Cl. Далее формировался пакет для прессования, который состоял из двух листов лущеного шпона и внутреннего слоя из приготовленной ранее смеси. Сформированные пакеты помещались в горячий пресс, где прессовались в течение 15 мин при температуре 180°С, а затем 24 ч выдерживались в стопе при температуре 20-22°С [1].

Были изготовлены 3 варианта плит с наружными слоями из березового лущеного шпона, толщиной 1,5 мм, а внутренние слой состоял в первом случае из 50% коры и 50% стружки, во втором случае – 75% коры и 25% стружки, в третьем случае 100% кора (рис.1). Средняя плотность плит с содержанием коры и стружки 50% на 50% составила 846 кг/м^3, плит с содержанием коры и стружки 75% на 25% – 784 кг/м^3, а плит из коры – 762 кг/м^3.

Рис. 1. Композиционный плитный материал на основе коры и стружки

Для определения физических свойств композиционных плитных материалов на основе коры и стружки были проведены испытания на водопоглощение и разбухание по толщине в соответствии с ГОСТ 10634-88 «Плиты древесностружечные. Методы определения физических свойств». Для этого из плитных материалов были изготовлены образцы размерами 50×50 мм, которые после высушивания до абсолютно сухого состояния и измерения толщины и массы поместили в воду [2]. При этом, для промежуточной фиксации результатов, образцы извлекали из воды через 2 ч и 24 ч для того, чтобы измерить толщину и массу. В таблице 1 приведены результаты испытаний композиционных плитных материалов на водопоглощение и разбухание по толщине.

Таблица 1. Результаты испытаний композиционных плитных материалов на водопоглощение и разбухания по толщине

Содержание коры, %	Плотность, ρ, кг/м^3	Водопоглощение, Δw, %		Разбухание по толщине, t_w, %	
		через 2 ч.	через 24 ч.	через 2 ч.	через 24 ч.
50	846	46	63	18	27
75	784	29	51	13	23
100	762	21	45	7	15

Как показали результаты испытаний композиционных плитных материалов, сосновая кора позволяет улучшить показатели водостойкости. Водопоглощение через 24 ч. у плит со 100% содержанием коры в 1,4 раза ниже, чем у плит с содержанием коры только 50%. Показатели разбухания по толщине через 24 ч. у плит со 100% содержанием коры почти в 2 раза ниже, чем у плит с содержанием коры 50%, и в 1,5 раза ниже, чем у плит с содержанием коры 75%. Чем больше доля стружки во внутреннем слое плитного материала, тем больше разбухание его по толщине. Таким образом, присутствие сосновой коры во внутреннем слое плитных материалов повышает стабильность размеров при воздействии влаги.

Из проведенных ранее исследований [1] известно, что увеличение содержания коры в композиционных материалах приводит к снижению их прочностных показателей. Дальнейшие наши исследования будут направлены на более глубокое изучение физико-механических характеристик композиционного материала на основе сосновой коры и стружки.

Композиционные плитные материалы на основе сосновой коры и стружки можно использовать в качестве теплоизоляционного материала, строительного (например, прокладочного материала для крыш, полов, стен), напольного покрытия, для производства изделий, а так же для устройства межкомнатных перегородок в помещении.

Литература

1. Веретенник, Д. Г. Использование древесной коры в народном хозяйстве / Д. Г. Веретенник. – Москва: Лесная промышленность. – 1976. – 117 с.
2. Ахмедов, С.Р. Композиционный материал на основе сосновой коры и стружки/ С.Р. Ахмедов, Е.В. Микрюкова // NovaUm. – 2018. – №3. – С. 14-16.
3. ГОСТ 10634-88 Плиты древесностружечные. Методы определения физических свойств – М.: Издательство стандартов, 1991. – 9 с.

Ключевые слова: плитный материал, сосновая кора, стружка, водостойкость.

Key words: plate material, pine bark, shavings, water resistance

Микрюкова Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, доцент кафедры деревообрабатывающих производств Поволжского государственного технологического университета, Россия, г. Йошкар-Ола. E-mail: lemikora@ya.ru

Ахмедов Саидахмад Рустамович, магистрант кафедры деревообрабатывающих производств Поволжского государственного технологического университета, Россия, г. Йошкар-Ола. E-mail: said_dias95@mail.ru

Mikryukova ElenaVyacheslavovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Woodworking Productions, Volga State University of Technology, Russia, Yoshkar-Ola.

Akhmedov Saidakhmad Rustamovich, Student of the Department of Woodworking Productions, Volga State University of Technology, Russian Federation, Yoshkar-Ola.

Для цитирования:

Микрюкова Е.В. Исследование водостойкости композиционных плитных материалов на основе сосновой коры и стружки / Е.В.

Микрюкова, С.Р. Ахмедов// Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 545 - 549.

Citation:

Mikryukova E.V. Research of the water resistance of composite plate materials based on pine bark and chips / E.V. Mikryukova, S.R. Akhmedov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 545 - 549.

УДК 69.059

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.А. Семенов, Г.Н. Алексеева
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье рассматриваются современные вопросы организации ремонтно-строительных работ и существующие проблемы в методике выбора модели капитального ремонта с позиций энергосбережения зданий. Предлагается подход в решении задачи выбора технологии и организации производства работ при капитальном ремонте.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF ORGANIZING BUILDING AND REPAIR WORKS BY IMPLEMENTATION OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES

Abstract

The article reviews the modern questions of organizing building and repair works and existing problems in the methodology of choosing an overhaul model with energy conservation. The approach of choosing a technology and work organizing during an overhaul is suggested.

В настоящее время, несмотря на длительный, затянувшийся во времени процесс реформирования жилищно-коммунальной сферы и наряду существенных преобразований и изменений, жилищная проблема остается по-прежнему нерешенной. При этом нельзя не признать тот факт, что неудовлетворительное состояние жилищного фонда значительно понижает уровень социально-экономического развития нашей страны и комфортности проживания граждан.

Специфические особенности ремонтно-строительного производства значительно затрудняют применение существующих методов моделирования организации работ при капитальном ремонте. Применение энергосберегающих технологий в ходе капитального ремонта многоквартирных домов (МКД) – это современная необходимость, диктующая реалиями жизни. Современные условия организации капитального ремонта предъявляют новые требования к моделированию ремонтно-строительного производства, в части, обязательного применения энергосберегающих технологий в ходе

выполнения работ. Внедрение в ходе капитального ремонта многоквартирных домов современных энергосберегающих технологий приведет к снижению расходов граждан на оплату ЖКУ, за счет улучшения теплотехнических характеристик зданий.

Изменение существующего положения в состоянии жилищного фонда в России возможно только при решении двух основных проблем:

1. Старение жилого фонда, и его недоремонт приводящий к росту доли ветхого и аварийного жилья;

2. Высокое энергопотребление и как следствие рост расходов на содержание жилья.

Исследование проблемы связанной с высоким энергопотребелнием жилого фонда показало, что являясь вторым по величине конечным потребителем энергии в России, жилищный сектор имеет наибольший потанциал энергосбережения, однако важен не только потанциал экономии, но и условия его получения по результатам капитального ремонта.

Потенциал энергосбережения в жилом фонде может быть реализован наиболее полным образом при сочетании капитального ремонта здания и одновременное проведение дополнительных энергоэффективных мероприятий. Поэтому, так важно совместить систему реализации государственной политики энергоэффективности и ресурсосбережения с системой финансирования капитального ремонта многоквартирных домов. Реализация государственной поитики и программ в сфере энергоэффективности позволит собственникам жилья снизить энергопотребелие, сократить расходы на содержание жилья за счет внедрения энергоэффективной продукции.

Потребление энергии в жилых зданиях России отражается по двум статьям единого топливно-энергетического баланса России: «население (жилищный фонд)» и «сфера оказания услуг» в части использования энергии в нежилых помещениях и на общедомовые нужды. На долю нежилых помещений и общедомовых нужд приходится 10-12% от суммарного потребелния энергии МКД. Почти 62% приходится на отопление, еще около 20% - на ГВС, а на прочие нужды приходится около 19%. В Европейском Союзе структура использования энергии населением очень схожа: отопление 67%, ГВС – 18%, прочие нужды – 15%. Особенность России в том, что в отоплении (56%) и в ГВС (69%) доминирует централизованное отопление, тогда как в Европе в отоплении на него приходится только 12% [1].

Поскольку в энергобалансе жилых зданий доминирует потребление тепловой энергии, естественно, что самые низкие удельные расходы энергии имеют место в новых зданиях, в которых

тепловая защита была спроектирована в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и региональных территориальных строительных норм (ТСН), и они оснащены домовыми приборами учета. Показатель энергоэффективности зданий определяется годами их строительства [2]. Пониженные удельные расходы зданий характерны для новых объектов, в которых тепловая защита была спроектирована в соответствии с требованиями современных строительных норм. Напротив, для зданий более ранних массовых серий удельные расходы энергии сравнительно высоки.

По мере нового строительства и сноса ветхого жилья доля старых зданий снижается, а новых, более эффективных – растет. Соответственно снижается средневзвешенный удельный расход энергии на отопление. Изменение теплопотерь существующего жилого фонда происходит как за счет деградации ограждающих конструкций жилых зданий (по мере их ветшания), так и за счет утепления и проведения ремонта ограждающих конструкций в рамках капремонта при оснащении зданий приборами учета и регулирования.

Поскольку на долю тепловой энергии приходится 80-86% всего потребления энергии МКД, основная задача капремонта сводится к снижению именно ее потребления. Потенциал экономии энергии МКД в среднем равен или превышает по тепловой энергии 40%, электроэнергии – 37%, природному газу – 30%, воде – 25%. В новых зданиях он ниже, в старых – существенно выше. На его относительную величину влияет этажность здания, материал стен, его состояние и качество регулирования теплоснабжения и энергоснабжения. Средневзвешенный удельный расход всех видов энергии в жилых зданиях равен 48,7 кгут/м² в год. При полной реализации потенциала экономии энергии можно добиться снижения удельного расхода энергии во всех жилых зданиях до 29,2 кгут/м² в год, или 40%.

Анализ опыта проведения капитального ремонта многоквартирных домов, а так же теоретических исследований в области организации ремонтно-строительного производства показал, что теоретические аспекты выбора технологических схем производства работ при капитальном ремонте разработаны недостаточно. Решение задачи выбора технологических схем производства работ при капитальном ремонте связано с необходимостью разработки научно обоснованной системы определения вариантов организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ при капитальном ремонте, определении показателей и факторов влияния на нее, а также методов оценки полученных вариантов.

При выборе варианта организационно-технологической структуры методов производства ремонтно-строительных работ на конкретный многоквартирный дом, необходимо учитывать, что в каждом конкретном случае эффективной будет технологическая схема производства работ, при которой продолжительность, трудоемкость и стоимость работ будут минимальными.

Дальнейшее совершенствование методики выбора технологических схем производства работпри капитальном ремонте предполагает проведение дополнительных расчетов определяющих основные производственные условия, направленные на применение разработанного метода при выполнении работ по всем обязательным видам работ по капитальному ремонту и предложенным комплексам энергосберегающих мероприятий.

Литература

1. ГОСТ Р ЕН 15459-2013. Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки энергетических систем в зданиях.

2.Грабовый П.Г. Основы ресурсосбережения в жилищно-коммунальной сфере / П.Г. Грабовый, И.Г. Лукманова, Л.Н. Чернышев – монография – 2008 (Иркутск). –429 с.

Ключевые слова: капитальный ремонт, многоквартирный дом, жилищный фонд, строительство, энергосберегающие технологии.

Key words: an overhaul, an apartment, floorage, building, energy-saving technologies.

Семенов Артем Анатольевич – магистрант кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»; пр. Ленина, 6, кабинет Н-407, г. Чебоксары; e-mail: s.a.2604@yandex.ru; тел. 8-952-042-26-04.

Алексеева Галина Николаевна – старший преподаватель кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»; пр. Ленина, 6, кабинет Н-407, г. Чебоксары; e-mail: galina55509@mail.ru; тел. 62-55-31 (доб. 6114).

Semenov Artem Anatolyevich – undergraduate in construction technology, geotechnics and economics of construction faculty Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU); 6 Lenin avenue,

Office H407, Cheboksary, Russian Federation; e-mail: s.a.2604@yandex.ru; tel. 8-952-042-26-04.

Alekseeva Galina Nikolaevna – senior lecturer in construction technology, geotechnics and economics of construction faculty Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU); 6 Lenin avenue, Office H407, Cheboksary, Russian Federation; e-mail: galina55509@mail.ru; tel. 62- 55- 31 (ext. 6114).

Для цитирования:

Семенов А.А. Повышение эффективности организации ремонтно-строительных работ путем применения энергосберегающих технологий / А.А. Семенов, Г.Н. Алексеева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 550 - 554.

Citation:

Semenov A.A. Improving the efficiency of organizing building and repair works by implementation of energy-saving technologies / A.A. Semenov, G.N. Alekseeva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 550 - 554.

ЭНЕРГОРЕСУРСЫ ЗДАНИЙ

УДК 628.1

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

В.С. Васильев, Н.Г. Русинова
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова», Россия, г. Чебоксары

Аннотация

В статье представлены современные методы подготовки питьевой воды для системы водоснабжения, а так же инновационные технологии, применяемые на предприятии АО «Водоканал» г. Чебоксары.

MODERN METHODS OF PREPARATION AND TRANSPORTATION OF DRINKING WATER

Abstract

The article presents the modern methods of preparing drinking water for the water supply system, as well as innovative technologies used in the enterprise JSC «Vodokanal», city Cheboksary.

Водные ресурсы страны для среднего по водности года оцениваются в 5,7 тыс км^3/год; из них 82 % составляет поверхностный сток и около 18 % - подземные воды. Источником водоснабжения г. Чебоксары служит Чебоксарское водохранилище. Оно образовано, в результате перекрытия русла р. Волга, плотиной Чебоксарского гидроузла в 1980 г. Качество воды в нем значительно отличается на разных участках водоема по сезонам года.

В бассейне Волги живет более 60 млн. человек. Здесь сосредоточено около 45% промышленного производства, 50% сельскохозяйственного потенциала. Производство влияет на экологическое состояние водных ресурсов, является источником загрязнения. [1].

Волга самостоятельно не может восстановить свои воды, как экосистема. Необходимо участие людей по восстановлению главной водной артерии нашей страны. Правительством РФ принята Федеральная программа по восстановлению чистоты Волги, по оздоровлению экологической обстановки водного бассейна до 2025 года. АО «Водоканал» города Чебоксары принимает активное участие в данной программе. На предприятии внедряются инновационные технологии, как при подготовке воды на хозяйственно-питьевые

нужды и ее транспортировании, так и по очистке сточных вод. Водоснабжение - это комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению потребителей водой. Водопроводная сеть – это система непрерывной подачи воды из водозаборных сооружений, где она проходит необходимую подготовку. [2]

В структуру водоснабжения города Чебоксары входят:

– водозаборные сооружения проектной производительностью 450 тыс. кубометров в сутки;

- очистная водопроводная станция (ОВС) проектной производительностью 340 тыс. кубометров в сутки;

– 618,5 км водопроводных сетей;

– 429 водоразборных колонок;

– 12 артезианских скважин;

- 17 насосных станций;

– 10 водонапорных башен.

АО «Водоканал» снабжает питьевой водой население – более 475 тысяч человек, а также предприятия и организации города – более 6 тысяч абонентов. Предприятием ежесуточно подается в среднем 135 тыс. $м^3$ питьевой воды и принимаются все образующиеся сточные воды.

Протяженность водопроводной сети на 1 января 2018 года составляла более 618,5 км, протяженность канализационной сети – 587,05 км. и 34 канализационных насосных станций [3].

Современные методы подготовки и транспортирования питьевой воды.

1.Колпачковый дренаж скорых фильтров на очистной водопроводной станции (ОВС «Заовражная»).

По проекту дренаж большого сопротивления скорых фильтров производился при помощи горизонтальных труб с отверстиями диаметром 10-12 мм, расположенных под углом 45^o от вертикальной оси. Дренажные трубы располагались в толще гравийных поддерживающих слоях высотой до 600 мм. Опыт эксплуатации показал ненадежность и неэффективность данной системы.

Рационализаторами водоочистной станции разработана и внедрена принципиально новая система дренажа с использованием специальных колпачков, изготовленных непосредственно на очистной водопроводной станции.(Рис.1)

Дренажные колпачки изготовлены из нержавеющей стали с базовыми размерами 70 х 25(30) х 2,0(2,5) мм с прорезями и навивкой нихромовой проволокой. По сравнению с используемыми ныне конструкциями дренажей (гравийный, щелевой и т.д.), он имеет ряд

преимуществ: сравнительно малая трудоемкость замены существующих дренажей на колпачковый; простота монтажа в короткие сроки. При этом имеется возможность увеличить высоту слоя фильтрующей загрузки на 0,5-0,7 м, продолжительность фильтроцикла до 28 часов, скорость фильтрования на 10-20%, производительность фильтров на 20-30%, расширить выбор диапазона интенсивности промывки. Кроме того, имеется возможность исключить вынос фильтрующего материала и применить водо-воздушную промывку фильтра без дополнительного монтажа системы воздухораспределения, а также всевозможные виды фильтрующей загрузки различных фракций, перевести работу фильтра в режим контактной коагуляции, добиться однородного слоя загрузки. Не происходит зарастание внутренней поверхности колпачка.

Опыт эксплуатации показал, что дренажные колпачки:

- обеспечивают большую производительность фильтров;
- позволяют обходиться без поддерживающих гравийных слоев;
- надежны в работе;
- позволяют увеличивать слой фильтрующей загрузки кварцевого песка за счет исключения гравийных слоев;
- увеличивают интенсивность промывки, тем самым снижают затраты на собственные нужды (расход промывной воды);
- долговечны и не подвергаются коррозийному обрастанию.

По опыту Чебоксарской очистной водопроводной станции на колпачковый дренаж переведен ряд очистных сооружений водопровода Республики Марий Эл, Нижегородской и Ульяновской областей, г. Казани, Набережные Челны.[4]

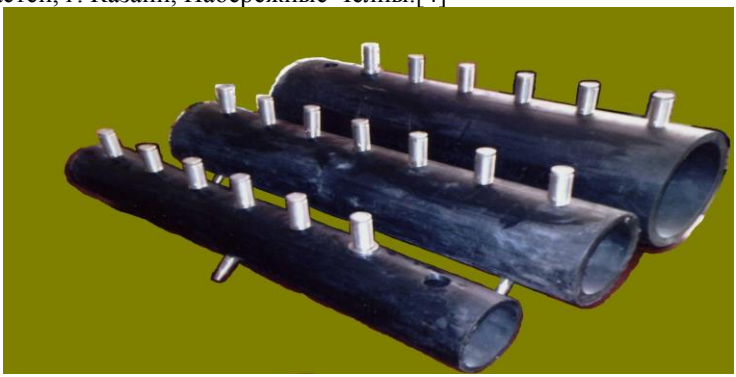


Рис.1. Дренажные колпачки (различные модификации изготовления)

2.Восстановление ветхих трубопроводов бестраншейными методами ремонта.

Ремонт и замена изношенных и поврежденных трубопроводов систем водоснабжения и канализации традиционными методами с открытием траншей приводит к нарушению транспортных и инженерных коммуникаций, уничтожению зеленых насаждений, требует больших затрат средств и времени.

В настоящее время значительная часть требующих восстановления трубопроводов ремонтируется непосредственно под землей, что значительно сокращает затраты на ремонт на 30-60% и увеличивает производительность работ в 2-3 раза.

Из всего многообразия существующих методов санации (ремонта трубопроводов бестраншейным способом) в АО "Водоканал" с 1997 года внедрены:

1. Санирование нанесением цементно-песчаного покрытия на внутреннюю поверхность трубопровода.

2. "Длиннотрубный метод", заключающийся в протаскивании относительно гибкой трубы внутрь старого ремонтируемого трубопровода.

Важнейшим достоинством технологии данных методов ремонта (восстановления) являются то, что сети будут иметь стабильную пропускную способность, прекратятся утечки, связанные с коррозией труб, питьевая вода к потребителям будет поступать гарантированного качества. Так же отсутствует необходимость полного вскрытия трассы, что обеспечивает минимальный объем земляных работ в городских условиях.

Рис.2. Метод нанесения цементно-песчаного покрытия.

3. Обеззараживание воды гипохлоритом натрия вместо жидкого хлора

В 2011 году введен в эксплуатацию автоматизированный комплекс обеззараживания сырой и питьевой воды гипохлоритом натрия, что позволило отказаться от применения жидкого хлора. Автоматизированный комплекс дозирования гипохлорита натрия (АКД ГН) рассчитывает режим дозирования и обеспечивает подачу необходимой дозы активного хлора, находящегося в растворе гипохлорита натрия, на очистные сооружения. В помещении склада гипохлорита натрия установлены насосы дозаторы типа Grundfos DME-375-10 – 8 шт. и типа Grundfos DDI-150-10 – 6 шт. Контроль и корректировка работы АКД ГН производится по результатам мониторинга с анализаторов хлора «Depolox-3 plus». Анализаторы хлора выдают данные автоматического анализа на остаточный суммарный хлор по точкам контроля первичного и вторичного хлорирования. Результаты анализа на остаточный суммарный хлор отражаются на контроллерах и на мониторах компьютеров [5].

Рис.3. «Автоматизированный комплекс обеззараживания воды гипохлоритом натрия на ОВС АО «Водоканал» г. Чебоксары.

4. Трубы из ВЧШГ - высокопрочный чугун с шаровидным графитом

Несмотря на настоящий «бум» в деле производства и применения полимерных труб, чугунные изделия остаются очень востребованными при прокладке и монтаже самых различных трубопроводов, когда требуется их повышенная прочность.

Чугун всегда считался прочным, но «хрупким», сравнительно со сталью, материалом. Однако технология его производства совершенствовалась и примером результата такого совершенствования могут служить трубы из ВЧШГ. Материал этот соединяет в себе прочность и коррозийную устойчивость чугуна с пластичностью стали. Пластичностью и устойчивостью на разрыв ВЧШГ обладает, благодаря присутствующим в нем шарикам графита, которые препятствуют распространению трещин в структуре чугуна, а в традиционном чугуне графит присутствует в виде пластин, и поэтому он хрупкий.

Получают ВЧШГ добавлением специальных магниевых и цериевых присадок в расплавленный и донагретый до более высоких температур (около 1500℃) серый чугун. Основным сырьем для производства труб из ВЧШГ являются передельные и литейные чугуны, стальной лом, ферросилиций, ферромарганец. Именно эти присадки придают пластинкам графита в чугуне шарообразную форму. Отлитые из ВЧШГ трубы, после соответствующей технологии термического отпуска, сохраняют все качества чугунных труб – прочность на сжатие, высокую коррозийную износостойкость, и приобретают дополнительные – высокий предел упругости, ударопрочность, прочность на разрыв и другие свойства, больше присущие стали, чем чугуну. Для внутреннего цементно-песчаного покрытия используется портландцемент, шлакопортландцемент, песок фракции 0,15-0,63 мм. Все материалы, используемые для защитных внешних и внутреннего покрытия, имеют разрешение на контакт с питьевой водой.

Трубы из ВЧШГ можно укладывать и монтировать там, где укладка труб из традиционного чугуна проблематична, значительным деформациям они не поддаются, служат очень долго, до 100 лет и неудивительно, что многие подрядчики при прокладке различных трубопроводов – канализационных (самотечных и напорных высокопрочных), водонапорных – останавливают свой выбор на них [6].

Вывод.

Внедрением современных методов подготовки и транспортирования питьевой воды активно занимается АО «Водоканал» города Чебоксары Чувашской Республики. Водоснабжение является важной составляющей комфортной жизни человека. Оно направлено на повышение уровня жизни людей, благоустройство населенных пунктов, развитие промышленности и сельского хозяйства. Поэтому эта отрасль должна развиваться,

совершенствоваться. Необходимо стремиться к повышению качества питьевой воды. Опыт чебоксарского предприятия активно перенимается представителями отрасли в других регионах страны.

Литература

1. Самигуллина Г.З. Источники загрязнения среды обитания / Г.З. Самигуллина. – Ижевск: Изд-во «Частное образовательное учреждение высшего образования "Восточно-Европейский институт"», 2017.

2. Русинова Н.Г. Аналитический обзор по проблеме интенсификации процессов предочистки природных вод. – Ижевск: Вестник КИГИТ, Изд-во КИГИТ, 2010.

3. Константинова А.Г., Терентьева М.В., Русинова Н.Г. Инновации гидравлических систем водоснабжения на примере предприятия АО «Водоканал» г. Чебоксары - Ижевск: Изд-во «Частное образовательное учреждение высшего образования "Восточно-Европейский институт"», 2018.

4. http://vodo-kanal.ru/

5. http://sovch.chuvashia.com/?p=138995

6. http://www.center-pss.ru/vodosnabjenie.htm

7. http://aquagroup.ru/articles/razvitie-vodosnabzheniya.html

8. .http://government.ru/news/28770/

Ключевые слова: водоканал, водоснабжение, водозаборные сооружения, водоподготовка, восстановление трубопроводов, обеззараживание воды, питьевая вода, чугунные трубы.

Keywords: water utility, water supply, water intaking constructions, water treatment, restoration of pipelines, water disinfecting, drinking water, pig-iron pipes.

Васильев Владимир Сергеевич, директор АО «Водоканал», г. Чебоксары, доцент кафедры теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15.

Русинова Надежда Германовна, старший преподаватель кафедры теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15.

Vasilyev Vladimir Sergeyevich, director of JSC «Vodokanal», city Cheboksary, associate professor, Department of Heat Engineering and

Hydraulics, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation.

Rusinova Nadezhda Germanovna, Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Hydraulics, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation.

Для цитирования:

Васильев В.С. Современные методы подготовки и транспортирования питьевой воды / В.С. Васильев, Н.Г. Русинова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 556 - 563.

Citation:

Vasiliev V.S. Modern methods of preparation and transportation of drinking water / V.S. Vasiliev, N.G. Rusinova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 556 - 563.

УДК 697.432

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОПОК ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОВ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ КОНСТРУКТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

А.А. Дюдина, М.Г. Зиганшин
Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

Аннотация.

Рассматриваются возможности повышения энергоэффективности в сфере производства котлоагрегатов малой и средней теплопроизводительности. Выполнено моделирование первого хода топочного устройства котла Unimat UT-L18 Bosch. Найдены теплотехнические и гидродинамические параметры потока дымовых газов на основании численного исследования процесса горения в топочном устройстве. Результаты расчета позволяют анализировать преимущества и недостатки конструктивных параметров топочного устройства, моделировать траекторию движения дымовых газов.

MODELING OF THE FURNACES OF SMALL AND MEDIUM BOILERS TO INCREASE THEIR ENERGY EFFICIENCY BY CONSTRUCTIVE PERFECTION

Abstract

The possibilities of increasing energy efficiency in the production of small and medium heat production boilers are considered. The simulation of the first move of the furnace boiler of the Unimat UT-L18 Bosch boiler was performed. Thermotechnical and hydrodynamic parameters of flue gas flow are found on the basis of a numerical study of the combustion process in the combustion device. The results of the calculation allow analyzing the advantages and disadvantages of the design parameters of the combustion device, simulating the trajectory of the flue gas motion.

Рынок котлов малой и средней производительности представлен на сегодня широким ассортиментом продукции в основном зарубежных изготовителей. При этом, несмотря на высокие показатели энергоэффективности, даже лучшие образцы подобной техники имеют определенные резервы энергосбережения. Можно заметить, что даже у одних и тех же марок ведущих производителей имеются разные конфигурации топок. Это говорит о том, что еще не найдена самая

совершенная конструкция, и поиски продолжаются. Возможности совершенствования топочных устройств в первую очередь лежат в плоскости конструктивных решений по оптимизации соотношений их размеров и конфигурации с целью обеспечения полного развития процесса сжигания топлива для завершения реакций окисления и образования конечных продуктов в пределах топок. Одной из основных исследовательских задач, решение которых необходимо для создания энергоэффективного топочного устройства, является нахождение теплотехнических и гидродинамических параметров потока (полей скоростей, температур, давлений, линий тока, зон отрыва или закрутки потока) в целом по исследуемой топке и возле ее характерных элементов.

В данной работе для численного исследования топочного устройства методами вычислительной гидродинамики (CFD) принят водогрейный котел Unimat UT-L18 Bosch номинальной теплопроизводительностью 2500 кВт. Конструктивные особенности топочного устройства – три хода движения дымовых газов.

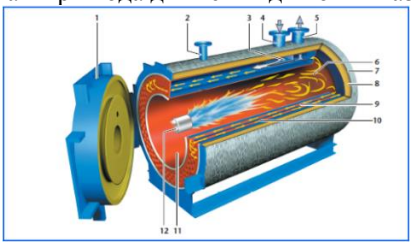


Рис. 1 Вид внутреннего устройства котла

Главным достоинством трехходовых котлов, помимо повышенного срока службы, является больший диапазон регулирования мощности – от 30 до 100% номинальной мощности, тогда как для двухходовых котлов он составляет 60-100%.

Для моделирования геометрии первого и части второго хода топочного устройства котла Unimat UT-L18 в препроцессоре Gambit принята следующая технология построения геометрии топки. По данным каталога производителя строятся координаты точек - узлы (vertex). После этого точки соединяются в ребра (edge), а ребра в грани (face). После получения плоской модели топки в ее внутренней области генерируется расчетная сетка [1, с.5-12].

Для решения задачи в процессоре Fluent в качестве граничных условий на входе газа и воздуха принято постоянство скорости потока «Velocity-inlet». На выходе из горелки принято условие постоянства избыточного давления P =102034Па, так как топка под наддувом. При

расходе воздуха G=0,81м3/с, начальная скорость его v задана равной 9 м/с. По номинальному расходу газа для котла Unimat UT-L18 и избытку воздуха определен расход воздуха и определен диаметр выпускного отверстия в модели d=0,338мм [3, с.1].

На данном этапе решения задачи второй и третий ходы котла Unimat UT-L18 не рассматривались. Поэтому на выходе из первого хода было принято граничное условие без уточнения «Outflow» [2, с.5-18].Температура смеси газа и воздуха на входе в горелку 19°С. Размеры топки взяты из технических данных котла, численные значения сняты путем производственных испытаний.

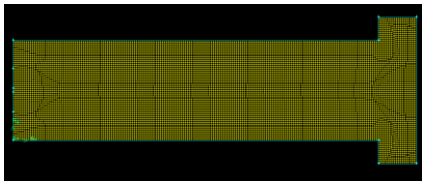


Рис. 2 Модель топки и расчетной сетки в препроцессоре Gambit

Построенная в препроцессоре Gambit модель имеет 10986 узлов, 10706 элементов. Для лучшего учета геометрических особенностей топки принята неструктурированная разновидность сетки.

Созданная модель (рис.1) экспортируется далее в процессор ANSYS Fluent, Тип материала «MaterialType» - воздух+метан. Движение смеси турбулентное, модель турбулентности k-epsilon, модель горения – без предварительного смешения (NonPremixed). Так как в топке происходит сложный лучисто-конвективный теплообмен, дополнительно к дифференциальным уравнениям движения и сплошности включены уравнение энергии «EnergyEquation» и модель излучения DO.

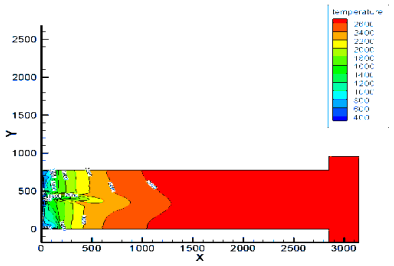


Рис. 3 График распределения температуры в топке, К

Температурное поле на рис.3 дает правильное представление о численном распределении температур дымовых газов в начальной части топки в зоне развития факела. Вместе с тем температура в конце первого газохода явно завышена. Это связано с тем, что количество сжигаемого топлива в рассматриваемой конструкции котла рассчитано на движение продуктов сгорания по трем газоходам с отдачей лучистого и конвективного потоков втрое большей тепловоспринимающей поверхности. Изучение топочных процессов с обеспечением указанного условия более целесообразно на трехмерной модели топки.

Таким образом, проведенные на двумерной модели численные исследования показали, что представленная модель процесса горения обеспечивает возможность количественного анализа степени совершенства конструктивных параметров топочных и горелочных устройств в зоне развития факела. Для дальнейших исследований необходимо создание трехмерной геометрии топки, с использованием методов определения соотношений размеров топочных и горелочных устройств и постановки граничных условий, опробованных в данной работе на двумерной модели.

Литература.

1. Зиганшин А.М. Вычислительная гидродинамика. Построение расчетных сеток в препроцессоре Gambit/А.М. Зиганшин. – Казань: Изд-во КГАСУ, 2013.– 33 с.

2. Зиганшин А.М. Вычислительная гидродинамика. Постановка и решение задач в процессоре Fluent/А.М. Зиганшин. – Казань: Изд-во КГАСУ, 2013.– 79 с.

3. Технические характеристики Unimat водогрейного котла UT-L URL:https://www.bosch-climate.ru/bosch-products/promyslennye-kotly/utl.html (дата обращения 09.10.2018)

Ключевые слова: CFD, Gambit, Fluent, Топки, Котлы, Энергоэффективность, Горение, Топочные устройства.

Keywords: CFD, Gambit, Fluent, Furnace, Boiler, Energy Efficiency, Combustion.

Дюдина А.А., Магистр, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Зиганшин М.Г. Доктор технических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Dyudina A.A, Master, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering

Ziganshin M.G. Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering

Для цитирования:

Дюдина А.А. Моделирование топок теплогенераторов малой и средней мощности для повышения их энергоэффективности посредством конструктивного совершенствования / А.А. Дюдина, М.Г. Зиганшин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 564 - 568.

Citation:

Dyudina A.A. Modeling of the furnaces of small and medium boilers to increase their energy efficiency by constructive perfection / A.A. Dyudina, M.G. Ziganshin// New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 564 - 568.

УДК 697.922.26: 532.559.2: 004.942

ВАЛИДАЦИЯ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ ТЕЧЕНИЯ В ВЫТЯЖНОМ ВЕНТИЛЯЦИОННОМ НЕРАВНОСТОРОННЕМ ТРОЙНИКЕ

А.М. Зиганшин, М.О. Пронин, Т.Ф. Шамсутдинов
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, Россия

Аннотация.

В работе приводятся результаты численного моделирования течения в вытяжном неравностороннем тройнике. Проведено подробное исследование задачи на сеточную сходимость и валидация получаемых результатов путем сравнения с известными экспериментальными данными. Получено хорошее соглашение с этими результатами для коэффициента местного сопротивления на прямой проход, в то время как на боковое ответвление имеется существенное отличие. Определены очертания вихревой зоны.

VALIDATION OF NUMERICAL MODEL OF FLOW IN AN EXHAUST VENTILATION INEQUILATERAL TEE

Abstract

The paper presents the results of the numerical simulation of flow in a inequilateral exhaust tee. A detailed study of grid convergence of the problem and validation of the results obtained by comparing with known experimental data has been carried out. A good agreement is obtained with this experimental values of local pressure drop coefficients for a direct passage, while there is a significant difference to the side branch. The outlines of the vortex zone are determined.

Потери давления в сетях систем вентиляции в основном происходят из-за возмущений в фасонных деталях. Чем более неудобообтекаемой является внутренняя поверхность такого элемента, тем выше потери. Потери при этом складываются из «функциональных» потерь – на поворот в отводе, на смешение в тройнике и т.д., и на потери в вихревых зонах, которые образуются при срыве потока с острых кромок. Если «функциональные» потери устранить довольно сложно, то при скруглении острых кромок потери давления существенно снижаются [1]. При этом возникает проблема увеличения габаритов фасонных деталей, из-за чего на практике вместо скругленных элементов обычно используются «острые» фасонные детали. Существует другой способ уменьшения

возникновения вихревых зон – использование профилирующих вставок, при этом очертания таких вставок должны повторять очертания вихревых зон, возникающих при использовании непрофилированного «острого» элемента [2]. При использовании такого подхода удается существенно снизить местные сопротивления и практически исключить вихреобразование в фасонных элементах в виде отводов различных конфигураций [3, 4, 5], равностороннего тройника [6].

В работе исследуется течение в вытяжном неравностороннем тройнике с ответвлением на 90°. Решение задачи производится в программе *Fluent* (пакет *ANSYS® Academic Research Mechanical and CFD, Release* 18.2) в двухмерной турбулентной постановке. Для валидации численного решения используются две модели турбулентности: «стандартная» *k*-ε (*SKE*), и «Рейнольдсовых напряжений» (*RSM*). Из-за влияния моделирования пограничного слоя, на решение о течении в канале, также проверяются два варианта пристеночного моделирования – «стандартные» пристеночные функции (*Standard Wall Functions – SWF*) и расширенное пристеночное моделирование (*Enhanced Wall Treatments – EWT*). Граничные условия (ГУ) задачи определены следующим образом: участки ***AB*** и ***FE*** – свободные границы, через которые воздух втекает в тройник (ГУ «*pressure-inlet*»), ***CD*** – вытяжная граница со скоростью течения v_0=20 м/с (ГУ «*velocity-inlet*»), а остальные границы – непроницаемы (ГУ «*wall*»). Построение геометрии выполнялось в программе *Gambit*. Основные размеры тройника: $b_П$= 0,05м; $b_Б$= 0,05м; b_C= 0,1м; $l_П$ = 1м, $l_Б$ = 2м, l_C= 1,5м. На рисунке 1 приведена геометрия расчетной области вытяжного тройника и линии тока течения.

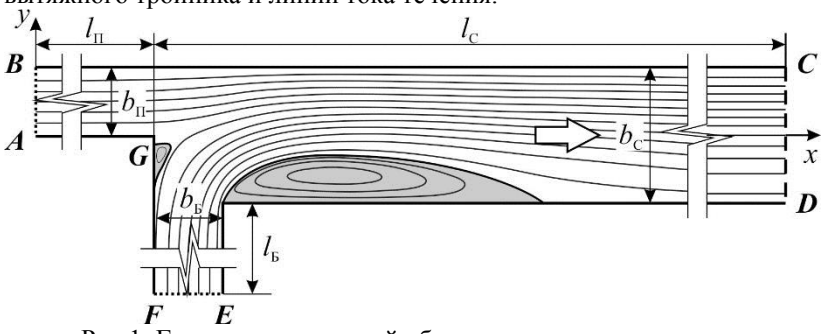


Рис 1. Геометрия расчетной области и характерные линии тока течения

Видно, отрывную зону, образующуюся при срыве потока с внутренней кромки, а также небольшую вихревую зону вблизи угла G. На первом этапе численного исследования течения в вытяжном тройнике было проведено исследование на «сеточную сходимость», проводились адаптации – измельчение сетки, при котором на каждом этапе проводилось решение задачи и определялся коэффициент местного сопротивления (КМС) тройника. Первые 5-6 адаптаций проводились для всей расчетной области тройника, а далее вдоль твердых границ для правильного моделирования пограничного слоя и определения потерь давления.

В результате исследования за окончательную принимается задача после 11 этапов измельчения сетки при достижении безразмерным параметром y* для SWF и y+ для EWT [7] единицы. Размер минимальной ячейки составил 2,4·10-5, при этом количество расчетных ячеек – 1,9млн.шт.

Для проведения верификации и дальнейшей валидации результатов численного расчета для каждого этапа адаптации и сочетания модели вычислялось значение коэффициента местного сопротивления. Для этого первоначально во всех каналах были построены сечения через каждые 0,025 м. В них определены осредненные значения полного давления РБ, РП, РС – соответственно в боковом и прямом ответвлениях и в стволе. Далее по этому распределению давления определены значения среднего удельного падения давления R, которое затем используется для нахождения падений давления на трение: $\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot l$ – где R и l удельные потери давления и длины соответствующих каналов.

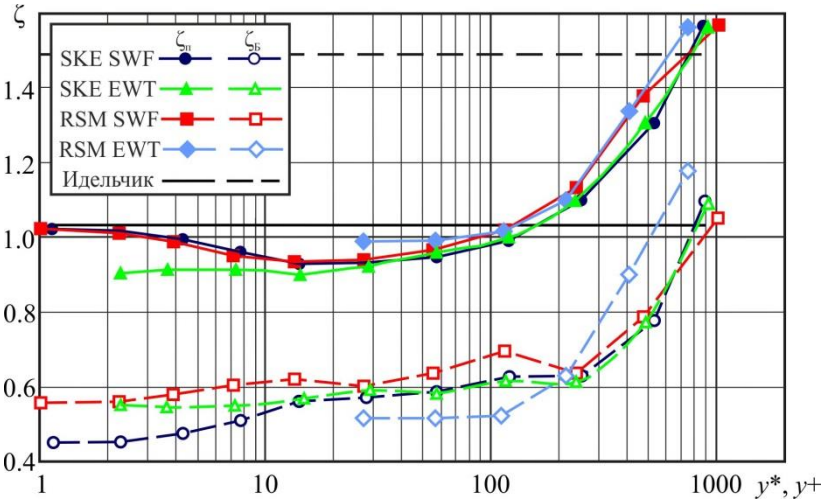


Рис 2. Изменение КМС при использовании сочетания разных моделей и при измельчении сетки

При расчете с использованием модели «Рейнольдсовых напряжений» (*RSM*) в сочетании с расширенным пристеночным моделированием (*EWT*), после определенного количества адаптаций (при $y+<30$) появились флуктуации давления в канале и решение получалось физически неадекватным. Значение коэффициента местного сопротивления (КМС) определялось по формуле: $\zeta_{\text{П}} = \frac{P_{\text{П}} - P_{\text{С}} - \Delta P_{\text{П}} - \Delta P_{\text{С}}}{\left(\rho v_0^2 / 2\right)}$ – для прямого прохода, $\zeta_{\text{Б}} = \frac{P_{\text{Б}} - P_{\text{С}} - \Delta P_{\text{Б}} - \Delta P_{\text{С}}}{\left(\rho v_0^2 / 2\right)}$ – для бокового ответвления. Результаты расчета КМС для всех исследованных сочетаний моделей представлены на рисунке 2.

Видно что, для всех сочетаний характерно уменьшение сеточной зависимости при измельчении сетки, за исключением сочетания RSM EWT, о котором говорилось выше. Также следует отметить, что при использовании стандартных пристеночных функций значение КМС достигает своего стабильного значения, а при дальнейшем измельчении ($y*<20$) снова начинает изменяться, в отличие от модели EWT, где достаточно стабильное значение КМС наблюдается для широкого диапазона значений $y+$, что говорит о лучшей сеточной сходимости. В то же время если значение КМС на проход ($\zeta_{\text{П}}$),

полученное при численном решении достаточно хорошо совпадает с известным значением из [1], то для значения КМС на боковом ответвлении ($\zeta_Б$) имеется существенное расхождение. Для ответа на вопрос о причине такого расхождения необходимо провести численное исследование для более широкого диапазона размеров тройника. Таким образом, на данный момент можно говорить о том, что сочетание модели турбулентности *k*-ε «стандартная» и « расширенного пристеночного моделирования» приводит к наиболее адекватным результатам из исследованных моделей.

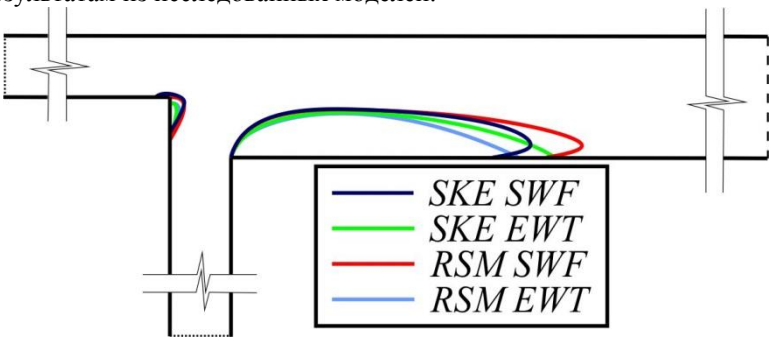


Рис. 3. Очертания ВЗ

Кроме КМС интересным является определить очертания вихревых зон, образующихся в таком тройнике и влияние на очертание сочетания моделей. Далее на рисунке 3 представлены очертания вихревых зон (ВЗ) всех исследованных сочетаний моделей.

Можно отметить, что форма зоны отрыва зависит от вида пристеночного моделирования. При использовании *EWT* очертания получаются более адекватными в области ее замыкания на стенку тройника. Используя найденные очертания в дальнейшем возможно спрофилировать такого рода тройники, с целью снижения энергозатрат.

Литература

1. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М. О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 672 с.

2. Пат. на изобретение RUS 2604264. Соединительный фасонный элемент с профилирующими вставками / Зиганшин А.М., Алещенко И.С., Зиганшин М.Г. и др.; заявитель и патентообладатель: Казанский гос. арх.-строит. университет. № 2014137755/06 ; заявл. 17.09.14 ; опубл. 10.12.16, Бюл. № 34. 13 с.

3. Зиганшин А.М. Снижение энергозатрат при движении потоков путём профилирования фасонных частей в коммуникациях энергоустановок // Надёжность и безопасность энергетики. 2015. №1(28). С.63-68.

4. Зиганшин А.М., Беляева Е.Э., Соколов В.А. Снижение потерь давления при профилировании острого отвода и отвода с нишей // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2017. №1. С. 108-116.

5. Зиганшин А.М., Озеров А.О. Снижение потерь энергии в П-образном отводе [Электронный ресурс] // Международная научно-техническая конференция молодых ученых (Белгород, 21-25 мая 2018). – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2018.

6. Зиганшин А.М., Бадыкова Л.Н. Численное моделирование течения в профилированном вентиляционном тройнике на слияние // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2017. №6. С. 41-48.

7. Ansys Fluent 6.3 Documentation / 12.11.1 Near-Wall Mesh Guidelines. URL: https://www.sharcnet.ca/Software/Fluent6/html/ug/node518.htm#sec-guidelines-wf (дата обращения: 07.10.2018).

Ключевые слова: численное моделирование, неравносторонний тройник, коэффициент местного сопротивления, очертания вихревой зоны.

Keywords: numerical simulation, inequilateral tee, coefficient of local pressure drop, outlines of the vortex zone.

Зиганшин Арслан Маликович, к.т.н., доцент кафедры Теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции Казанского государственного архитектурно-строительный университета (КГАСУ), amziganshin@kgasu.ru.

Пронин Максим Олегович, студент Института строительных технологий и инженерно-экологических систем (ИСТиЭС) Казанского государственного архитектурно-строительный университета (КГАСУ), p-maxim97@mail.ru.

Шамсутдинов Тимур Фаритович к.х.н., доцент кафедры Информационные технологий и систем автоматизированного проектирования Казанского государственного архитектурно-строительный университета (КГАСУ), 2973589@gmail.com.

Ziganshin Arslan Malikovich, candidate of technical sciences, assistant professor of Thermal power, gas supply and ventilation department, Kazan State University of Architecture and Engineering, amziganshin@kgasu.ru.

Pronin Maksim Olegovich, student of Building technologies and engineering-ecological systems institute, Kazan State University of Architecture and Engineering, p-maxim97@mail.ru.

Shamsutdinov Timur Faritovich candidate of chemical sciences, assistant professor of Information technology and computer-aided design systems department, Kazan State University of Architecture and Engineering, 2973589@gmail.com.

Для цитирования:

Зиганшин А.М. Валидация численной модели течения в вытяжном вентиляционном неравностороннем тройнике / А.М. Зиганшин, М.О. Пронин, Т.Ф. Шамсутдинов// Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 569 - 575.

Citation:

Ziganshin A. M. Validation of numerical model of flow in an exhaust ventilation inequilateral tee /A.M. Ziganshin, M.O. Pronin, T.F. Shamsutdinov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 569 - 575.

УДК 697.245.512

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЛОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД НАДДУВОМ

М. Г. Зиганшин, М. В. Павлова
Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

Аннотация.

Обоснована цель и актуальность исследуемой проблемы. Приведены конструктивные данные предмета исследования. Произведены расчеты с учетом влияния на его результаты определенных теплотехнических характеристик. Полученные данные позволили установить, что повышение давления в топке, совместно с повышением мощности котла позволяет увеличить лучистую составляющую теплообмена в топке.

STUDY THE ENERGY EFFICIENCY THE OF PRESSURE-FIRED SMALL BOILERS

Abstract.

The purpose and relevance of the problem under study are grounded. Given the constructive data of the subject matter. Calculations are made taking into account the effect on the results of certain thermal characteristics. The obtained data allowed to establish that the pressure increase in the fire-box, together with the increase in boiler power, can increase the radiant constituent of heat exchange in the fire-box.

На сегодняшний день проблема энергосбережения и энергоэффективности является одной из наиболее актуальных: создание новых технологий с целью экономии энергоресурсов и их рационального использования проявляется в широте ассортимента теплогенераторов бытового назначения малой мощности.

Одной из характерных особенностей современных бытовых котлов является организация наддува с поддержанием в топках и газоходах избыточного давления 5 кПа и более. Их главное отличие от котлов, работающих под разрежением - отсутствие дымососа (естественной тяги). Причина ненадобности тяги заключается в подаче вентилятором воздуха большего давления, чем требуется для преодоления аэродинамического сопротивления газового тракта котла, который выполняется газоплотным для предотвращения выброса раскаленных продуктов сгорания.

Котлы, работающие под наддувом, изначально нашли применение в кораблестроении и теплоэнергетике. В судовых энергетических установках наддув был необходим для повышения мощности, маневренности и реверса кораблей, а создание наддува в топках теплоэнергетических котлов первоначально имело цель снизить потери тепла с уходящими газами: разрежение в топке и газоходах вызывает присосы окружающего воздуха через неплотности в стенах котла. В целом эта особенность позволяет повысить КПД котла на 2-3%.

Однако к недостаткам данной конструкции можно отнести повышенный расход металла и сложность устройства мембранных поверхностей нагрева, а также особые требования к плотности ограждающих конструкций, так как потеря герметичности приводит к выбросу высокотемпературных продуктов сгорания в помещение и к опасности возникновения пожара на объекте.

В связи с интенсивным распространением в последнее время котлов подобной конструкции заслуживает внимания изучение влияния наддува на их теплотехнические характеристики. Так как какой-либо общей методики расчета для всего спектра конструкций данных котлов в настоящее время не имеется, нами предлагается использовать в качестве единой расчетной схемы нормативный метод [1]. Принципиальной основой его универсальности служит наличие у всех видов рассматриваемых котлов топки и конвективной части, как и у конструкций, для которых он был разработан. Вместе с тем почти у каждого из котлов имеются свои конструктивные особенности. Поэтому при попытке использовать [1] главной задачей становится выявление специфики рассматриваемого котла с целью адаптации соответствующих позиций нормативного расчета к его конструктивным особенностям. Пока в этом направлении исследования редки. Так, например, в [2, 3] приводится ряд сведений, частично обосновывающих рациональность применения наддува для котельных агрегатов разной производительности. Однако данных о влиянии конструктивных особенностей топок котлов под наддувом на изменение их теплотехнических характеристик, в этих работах не приведено.

В данной работе представлен опыт адаптации нормативного метода расчета котельных агрегатов к современным бытовым котлам под наддувом на примере котла фирмы VIESSMANN модели Vitocrossal 200. В расчетах были учтены те конструктивные особенности котла, которые непосредственно влияют на результаты теплотехнического расчета.

Конструктивно топка данного котла состоит из цилиндрической камеры сгорания из нержавеющей стали и из теплообменной поверхности Inox-Crossal из высококачественной нержавеющей стали. Вся конструкция находится в высокоэффективной теплоизоляции. Цилиндрическая голова модулируемой горелки MatriX CM20494 во время горения объята пламенем на 360°, что позволяет излучать энергию по всему объему топки котла.

Лучистая составляющая теплоты от продуктов горения воспринимается стальной цилиндрической камерой, в которую заключена вся конструкция топки, от нее тепло передается теплоносителю, омывающему ее снаружи. Горячие газы, проходя через пакеты теплообменной поверхности Inox-Crossal, также отдают свою тепловую энергию котловому контуру циркулирующего теплоносителя.

При достаточно высокой температуре воздуха внутри топочного пространства и при входе его в пучки «теплообменника» возникает необходимость учета «сложного» теплообмена, т.е. присутствует не только конвективная составляющая, но и лучистая. В связи с этим необходимо использовать формулы иного формата.

При проведении теплового расчета топки некоторые затруднения представляет учет ее геометрических особенностей. Также при расчете конвективных поверхностей их конструкция и теплотехнические характеристики являются ключевыми для вычисления количества тепла, отдаваемого в этом пространстве.

Результаты расчетов позволили установить наличие следующих эффектов от повышения давления в топке. Парциальное давление суммы трехатомных газов и водяных паров при повышении давления в топке до 130 кПа (абс.) увеличивается на 28,3%, а по достижении 160 кПа (абс.) – на 57,95%. Эта величина прямо пропорциональна коэффициенту ослабления лучей в пламени **k**. Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами $\mathbf{k_Г}$ при повышении давления в топке до 130 кПа (абс.) падает на 12,68%, а по достижении 160 кПа (абс.) – на 20,29%. Поэтому в целом при увеличения наддува в топке растет лучистая составляющая теплообмена.

Результаты проведенных исследований позволяют заключить:

Создание наддува в топке котла Vitocrossal 200 фирмы VIESSMAN позволяет интенсифицировать лучистый теплообмен на 17,8% при давлении 130 кПа абс., и на 33,5% при 160 кПа абс. с учетом того, что существующая конструкция котла рассчитана на работу при 111,3 кПа абс., т.е. принципиально она уже имеет газоплотный контур. При таком режиме наддува можно достичь

интенсификации лучистого теплообмена на 9,2%. Таким образом, повышение избыточного давления в топке до 28,7 кПа (изб.) позволяет почти вдвое интенсифицировать теплообмен в топке, не требуя серьезных усложнений конструкции из-за увеличения давления. Увеличение лучистой теплоотдачи позволяет уменьшить и упростить конвективную часть котла. Поэтому можно рекомендовать увеличение наддува в котлах до значений 130-145 кПа абс. с внесением сопутствующих изменений в конструкцию и дополнительные устройства.

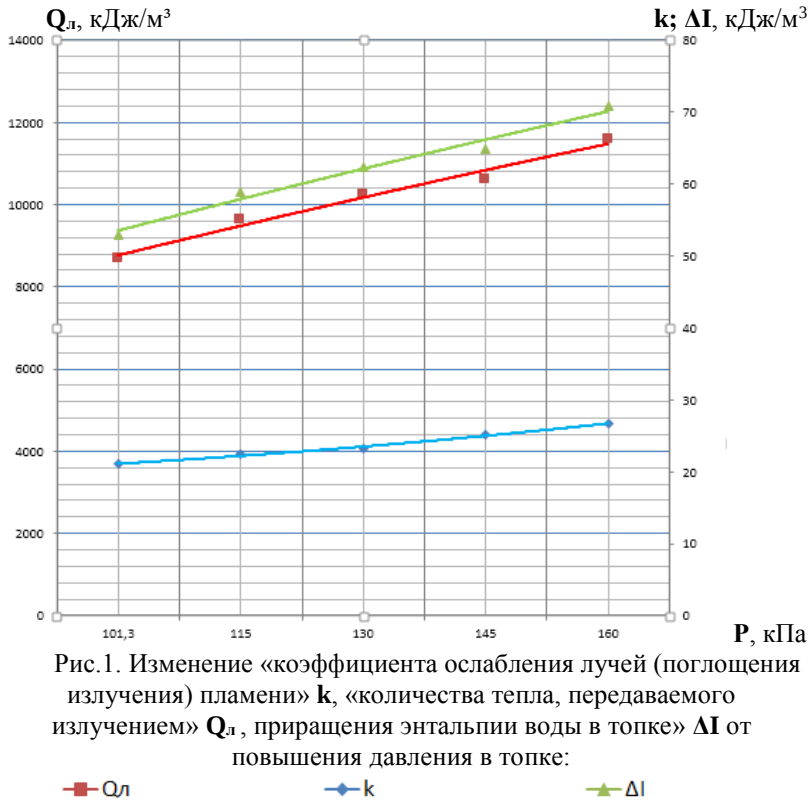


Рис.1. Изменение «коэффициента ослабления лучей (поглощения излучения) пламени» **k**, «количества тепла, передаваемого излучением» $\mathbf{Q_л}$, приращения энтальпии воды в топке» **ΔI** от повышения давления в топке:

Литература.

1. Кузнецов, Н. В. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод). Изд. 2-е перераб. / Н. В. Кузнецов, В. В. Митор, И. Е. Дубовский, Э. С. Карасина –М.: ЭНЕРГИЯ, 1973. - 296 с.

2. Мошкарин, А.В. Универсальная методика расчета работающих под наддувом котлов ИКЗ при сжигании в них природного газа. / А. В. Мошкарин, Б.Л.Шелыгин, В.Н.Зайчиков // Энергосбережение и водоподготовка. – 2007 - №2 (46). – С. 47-50.

3. Нормов, Д. А. Разработка и исследование электроозонатора для повышени эффективности сжигания топлива в котельных АПК: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.20.02) / Д. А. Нормов. – Краснодар, 1997. – 22с.

Ключевые слова: Энергоэффективность, Наддув, Газоплотная конструкция, Теплотехнические характеристики, Нормативные метод, Лучистая составляющая теплообмена.

Keywords: Energy efficiency, Boost, Gas tight construction, Thermal performance, Regulatory method, Radiant component of heat transfer.

Павлова М.В., Магистр, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Зиганшин М.Г. Доктор технических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Pavlova M.V., Master, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering

Ziganshin M.G. Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering

Для цитирования:

Павлова М.В. Исследование характеристик энергоэффективности бытовых котлов, работающих под наддувом / М. В. Павлова, М. Г. Зиганшин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 576 - 580.

Citation:

Pavlova M.V. Study the energy efficiency the of pressure-fired small boilers / M.V. Pavlova, M.G. Ziganshin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 576 - 580.

УДК 614.894.25

ПРОГНОЗ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ РУКАВНЫХ ФИЛЬТРОВ

Н.В. Мензелинцева, Н.Ю. Карапузова, Е.О. Фомина, С.А. Богомолов
Волгоградский государственный технический университет

Аннотация

Исследованы основные характеристики фильтрующих элементов рукавных фильтров: эффективность очистки, фракционная эффективности очистки, пылеемкость, пылеотдача. Получены зависимости, позволяющие прогнозировать вероятность забивания и срыва рукавов фильтров.

FORECAST OF RELIABILITY WORK OF HOSE FILTERS

Abstract

The main characteristics of the filter elements of bag filters are investigated: cleaning efficiency, fractional cleaning efficiency, dust holding capacity, dust recovery. The dependences are obtained, allowing to predict the likelihood of clogging and breaking of the filter sleeves.

Надежность работы рукавного фильтра, как любой технической системы, можно определить как его свойство выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных параметров в требуемых пределах, соответствующих установленным режимам, условиям использования, технического обслуживания и ремонта [1].

В настоящее время отечественными и зарубежными производителями предлагается достаточно широкий ассортимент нетканых фильтрующих материалов [2-6]. Разнообразие исходного волокнистого сырья, используемых каркасных элементов, способов термообработки и отделки позволяет придать материалам специальные свойства в соответствии с требованиями потребителей. В этом случае проблема правильного и оптимального выбора фильтрующего материала, обеспечивающего надежную работу рукавного фильтра, является актуальной. Основной задачей при этом является сохранение высокой эффективности очистки газовоздушных смесей при обеспечении длительного периода эксплуатации и требуемой производительности после циклически повторяющейся импульсной регенерации рукавов или регенерации методом обратной продувки [6].

Работу рукавных фильтров обычно характеризуют эффективностью очистки η, которую определяют по содержанию пыли

в газовоздушной среде до поступления в фильтр G_1 и после выхода из фильтра G_2 [6]:

$$\eta = \frac{G_1 - G_2}{G_1} 100 \quad (1)$$

Достаточно часто используют также фракционную эффективность очистки $\eta_ф$[6]:

$$\eta_ф = \frac{\Phi_н - \Phi_к(1-\eta)}{\Phi_н} 100 \quad (2)$$

где $\Phi_н$,$\Phi_к$- содержание данной фракции на входе в фильтр и выходе из нее.

Одной из важных характеристик является пылеемкость фильтра, т.е. масса пыли, задержанной фильтром вплоть до достижения на нем конечного перепада давления при испытаниях. Конечный перепад давления в соответствии с [7] для фильтров класса F_7-F_9 составляет 450 Па. Для фильтров, выполненных из нетканых материалов, более удобно использовать пылеемкость, отнесенную к единице площади, т.е. удельную пылеемкость.

По мере накопления уловленной пыли в фильтрующем слое растет его гидравлическое сопротивление, снижается расход газа. Для поддержания требуемой производительности фильтра проводят регенерацию. Но в некоторых случаях происходит забивание материала, тогда сопротивление пористого слоя может непрерывно увеличиваться, что может привести к срыву рукава фильтра [6,7]. Значит, всегда есть такая величина пылеемкости $П_{макс}$, достижение которой может привести к срыву рукава фильтра.

Следовательно, пылеемкость материала в значительной степени определяет надежность работы рукавного фильтра.

Одним из основных понятий теории надежности является отказ, трактуемый как полная или частичная утрата или видоизменение показателей, делающая невозможным эффективное использование устройства по назначению [1]. Тогда вероятность безотказной работы- это вероятность того, что в заданном интервале времени или в пределах заданной наработки не возникает отказа. Наработка- продолжительность или объем работы, измеряемые в различных единицах.

Под отказом в нашем случае можно понимать достижение пылеемкости $П_{мак.}$ приводящей к срыву рукава фильтра.

Вероятность безотказной работы (отсутствие отказа) определяется по формуле:

$$P(П)=1-F(П), \quad (3)$$

где F(П)- функция, показывающая вероятность того, что случайная величина П превышает некоторое заданное значение П= П макс.

Функцию Р(П) можно назвать функцией безотказной работы или функциией надежности. F(П) фактически является интегральной функцией распределения пылеемкости во времени и может выступать в качестве функции отказов.

Интенсивность отказов можно определить по формуле [1]:

$\varepsilon(П_i)=f(П)/P(П)$ (4)

где f (П) –плотность вероятностей или дифференциальная функция распределения.

Для определения типа функции распределения использовали критерии Пирсона (критерий χ^2) и критерий Колмогорова [8]. Критерий Пирсона определяется по формуле[8]:

$$\chi^2= \sum_{i=1}^{k} \frac{(n-np_i)^2}{np_i} \quad (5)$$

где к- число интервалов,n- выборки, p_i-вероятность попадания случайной величины в i-ый интевал.

$$p(a \le П \le b)=Ф(\frac{b-\overline{П}}{s})-Ф(\frac{a-\overline{П}}{s}) \quad (6)$$

где a,b-границы интервалов, $Ф(\frac{b-\overline{П}}{s})$,$Ф(\frac{a-\overline{П}}{s})$- функции Лапласа.

При использовании критерия Колмогорова определяется величина λ[8]

$$\lambda = \sqrt{n}\ D \quad (7)$$

где D- наибольшее абсолютное отклонение выборочной функции распределения $F_n(П)$ от генеральной F (П)

$$D= \max| F_n(П) – F (П) \quad (8)$$

Проведены испытания рукавов из нетканого материала, состоящего из двух слоев, скрепленных петлями основовязаного переплетения. Один слой сформирован из модифицированного капронового волокна, второй- из смеси модифицированного капронового волокна и высокоусадочного волокна, причем при скреплении слой из смеси волокон располагается над слоем из модифицированного капронового волокна. Материал дополнительно подвергается термообработке, при этом на поверхности образуются рельефные выпуклости, высота которых составляет (10-12) мм [9].

Исследования проводили по методике [7]. Полученные значения приведены в табл.1. Анализ полученных данных позволяет заключить, что материал обладает высокой эффективностью улавливания твердых частиц, высокой пылеемкостью.

Таблица1. Результаты исследования характеристик фильтрующих материалов

Показатель	Вариант материала				
	при высоте выпуклостей 8мм	при высоте выпуклостей 10мм	при высоте выпуклостей 12мм	при высоте выпуклостей 11мм	при высоте выпуклостей 13мм
Размер частиц 2,5мкм и менее					
η, %	86,43	94,82	95,31	95,61	96,04
$П_е$,г/м^2	163	164	173	175	178
Размер частиц 2,5-7 мкм					
η, %	91,62	96,83	96,91	97,11	97,42
$П_е$,г/м^2	195	196	195	198	198
Размер частиц 7-10 мкм					
η, %	95,33	99,33	99,52	99,71	97,42
$П_е$,г/м^2	224	234	241	245	252
Размер частиц 10мкм и более					
η, %	97,52	99,64	99,71	99,81	99,54
$П_е$,г/м^2	267	267	268	270	272

На основе экспериментальных исследований сформирована выборка отклонений величины пылеемкости от средней, объем которой составил n=200. Выборка была разбита на 10 интервалов (к=10), длина интервала h=5г.

Расчет приведен в табл.2.

Таблица 2. Расчет критериев Колмогорова и Пирсона

к	Границы интервалов	n_i	p_i	$\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$	$F_n(П)$	F (П)	$\lvert F_n(П) - F(П)\rvert$
1	$-\infty \div$ 15	7	4,7	1,12	0,035	0,023	0,011
2	-15 ÷ -10	11	9,5		0,09	0,071	0,019
3	-10 ÷ -5	15	19,5	1,18	0,165	0,169	0,003
4	-5 ÷ 0	24	31,6	1,81	0,285	0,327	0,042
5	0 ÷ 5	49	40,9	1,87	0,53	0,523	0,002
6	5 ÷ 10	41	38,9	0,11	0,735	0,723	0,0001
7	10 ÷ 15	26	29,2	0,20	0,865	0,869	0,004
8	15 ÷ 20	17	15,6	0,002	0,949	0,947	0,004
9	20 ÷ 25	7	7,7	0,001	0,985	0,985	0
10	25 ÷ $+\infty$	3	3,0		1	1	0

Критерий Пирсона, найденный по экспериментальным данным, χ^2=6,3. Критерий Пирсона, найденный по [8] при числе степеней свободы f =5 $\chi^2_{0,95}$=11,1. Так как выполняется соотношение χ^2=6,3< $\chi^2_{0,95}$=11,1, распределение можно считать нормальным.

Критерии Колмогорова также позволяет считать рассматриваемое распределение нормальным, так как $\lambda_{рас}$=0,59, что меньше значения, найденного по [16] при уровне значимости p=0,2 λ=1,07.

Поскольку распределение величины пылеемкости подчиняется нормальному закону, то [1]

$$F(П) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{П} e^{-\frac{П^2}{2}} dП = 0{,}5 + Ф\left(\frac{П - \overline{П}}{s}\right) \quad (10)$$

$$\varepsilon(П) = \left(\frac{1}{s}\right)\left\{\frac{\varphi_0\left[\left(П - \overline{П}\right)/s\right]}{F_0\left[\left(\overline{П} - П\right)/s\right]}\right\} \quad (11)$$

где s- среднее квадратическое отклонение, F_0,φ_0-функции нормированного центрированного нормального распределения.

В табл.3 приведены значения коэффициента пылеотдачи. Методика определения пылевыделения [10] заключается в вибрационном воздействии на запыленный образец, которое завершается по достижению равновесного уровня концентрации пыли в рабочей камере. Расчет коэффициента пылеотдачи проводили по формуле [10]:

$$К_{по} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} 100 \quad (12)$$

где M_1,M_2- масса образца до и после опыта соответственно, г.

Таблица 3. Значение коэффициента пылеотдачи

№ варианта	Масса образца после испытаний M_2, г	Масса образца до испытания M_1, г	Коэффициент пылеотдачи, %
1	16,29	20,11	81
2	24,35	32,47	75
3	24,42	31,32	78
4	26,01	36,13	72
5	25,04	32,1	78

Выводы

1. Исследованы основные характеристики фильтрующих элементов рукавных фильтров: эффективность очистки, фракционная эффективности очистаки, пылеемкость, пылеотдача.

2. Получены зависимости, позволяющие определить вероятность забивания и срыва рукавов фильтров.

Литература

1. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем.-М.:1980

2. Стефаненко, И.В. Расчетная надежность пористых перегородок респираторов. [Текст]/ Н.В. Мензелинцева, Н.Ю.Карапузова // X1I Международная научная конференция «Качество внутреннего воздуха и окружающей среды» г. Сиань, апрель 2015, С.44-48

3. Мухамеджнов Г.К., Конюхова С.В. Выбор нетканых фильтрующих материалов для воздушных рукавных фильтров. - Нетканые материалы продукция, оборудоваие, технологии, №4,2012, с.4-7

4. Конюхова С.В., Кушнарев Р.А., Мартынов П.Н., Посаженников А.М., Ягодкин И.В. Расчетно-эксперимнтальное иследоваие характеритик нетканых фильтровальных материалов,технический текстиль, 2001,№2.

5. Тюменев Ю.Я., Воронцова Н.В. Сафьянов В.В., Мухамеджанов Г.К. Комплексная оценка и выбор материалов для очистки промышленных газов в агрессивных средах. Технический текстиль. 2002, № 3, с 24-27. 4 стр.

6. Ужов В.Н., Мягков Б.И. Очистка промышленных газов фильтрами.-М.: Химия,1970-320с.

7. ГОСТ Р ЕН799-2014.Фильтры очистки воздуха общего назначения. Определение технических характеистик.

8. Налимов В.В.,Чернова Н.А. Статистические методы планирования экспериментальных исследований.-М.-Л.,Наука:1965.

9. Патент №2632643 РФ ,МПК Д04 Р 1/46(2012.02) Нетканый материал/ Мензелинцева Н.В., Богомолов С.А., Карапузова Н.Ю., Лактюшин В.А.: заявитель и патентообладатель ВолгГТУ. -Заявка №2016131158; заяв.27.07.2016, опубл. 6.10.2017.

10. Исявичус Э.И. ,Склярюте Э. П.,Абрайтене Л.И. Оценка пылевыделяемости текстильных изделий.- Всб .Надежность, экономичность и качество текстильных материалов. Тезисы докладов Всесоюзной конференции по текстильному материаловедению.-Киев,1988, т.2, с.172-173.

Ключевые слова: пылеемкость, пылеотдача, надежность, отказ.

Keywords: dust holding capacity, dust extraction, reliability, failure.

Мензелинцева Надежда Васильевна, доктор технических наук, профессор, декан факультета Транспортных инженерных систем и техно-сферной безопасности, заведующий кафедрой инженерной графики, стандартизации и метрологии Волгоградского государственного технического университета, ftis-tb@vgasu.ru.

Карапузова Наталья Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры энергообеспечения, теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции Волгоградского государственного технического университета, karapuzova_ny@mail.ru.

Фомина Екатерина Олеговна, инженер Волгоградского государственного технического университета.

Богомолов Сергей Александрович, аспирант кафедры инженерной графики, стандартизации и метрологии Волгоградского государственного технического университета.

Menzelintseva Nadezhda Vasilyevna, Doctor of Technical Sciences, Pro-fessor, Dean of the Faculty of Transport Engineering Systems and Techno-sphere Safety, Head of the Department of Engineering Graphics, Standard-ization and Metrology of Volgograd State Technical University,

ftis-tb@vgasu.ru.

Karapuzova Natalya Yuryevna, Candidate of Technical Sciences, Associ-ate Professor, Associate Professor of the Department of Energy Supply, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation of Volgograd State Technical University, karapuzova_ny@mail.ru.

Fomina Ekaterina Olegovna, Engineer of Volgograd State Technical Uni-versity.

Bogomolov Sergey Aleksandrovich, Postgraduate Student, Department of Engineering Graphics, Standardization and Metrology, Volgograd State Technical University.

Для цитирования:

Мензелинцева Н.В. Прогноз надежности работы рукавных фильтров/ Н.В. Мензелинцева, Н.Ю. Карапузова, Е.О. Фомина, С.А. Богомолов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X

Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 581 - 588.

Citation:

Menzelintseva N.V. Forecast of reliability work of hose filters/ N.V. Menzelintseva, N.Yu. Karapuzova, E.O. Fomina, S.A. Bogomolov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 581 - 588.

УДК 628.8

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПО СОЗДАНИЮ МИКРОКЛИМАТА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАССЕЙНОВ

Т.Г. Побережная, Т.В. Щенникова
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Аннотация.

В статье рассматривается ряд проблем по созданию микроклимата в бассейнах и возникновению недопустимых факторов при их неправильной эксплуатации.

ACTUAL PROBLEMS ON CREATING A MICROCLIMATE DURING OPERATION OF POOLS

Abstract

The article deals with a number of problems related to the creation of a microclimate in pools and the occurrence of unacceptable factors due to their improper use.

Наряду с увеличением объёма вводимых в действие жилых, общественных и промышленных сооружений, большое внимание уделяется строительству спортивных сооружений, развлекательных центров, салонов красоты и бассейнов разного назначения. Плавательные бассейны предназначены чисто для тренировки спортсменов, оздоровительные бассейны для широкого посещения людей разного возраста, бассейны при школах и детских садах, при санаториях и саунах. В зависимости от назначения бассейна и требования разные. Помещения бассейнов являются весьма специфическими из-за наличия в нем большого количества паров воды. Для удаления данной вредности необходима качественная вентиляция.

По п.10.15. [3] температура воды в оздоровительных бассейнах 26-29 ^{o}C. Расчетная температура воздуха в помещении на 1-2 ^{o}C выше температуры воды (28-31 ^{o}C). Не следует снижать температуру воздуха в ночное время, так как из-за роста испарений повышается расход энергии.

При проектировании бассейнов разного назначения необходимо решить все проблемы по созданию микроклимата:

- поддерживать определенную температуру воды в чаше бассейна 28 ^{o}C [3];

- поддерживать определенную температуру воздуха в помещении бассейна 30 °С [3];

- поддерживать определенную скорость движения воздуха на выходе из приточных воздухораспределителей и на входе в вытяжные воздухораспределители [2];

- правильно организовать воздухообмен и рассчитать количество приточного и вытяжного воздуха для удаления вредностей [2];

- поддерживать температуру на поверхности пола обходных дорожек, она не должна превышать 31°С [4];

- поддерживать относительную влажность воздуха в помещении бассейна в тёплый 45% и холодный 55% период года [3];

- поддерживать качество воды в чаше бассейна [1].

Для выполнения этой задачи необходимо правильно выбрать все исходные

данные и произвести расчет:

- влаговыделений (от людей, с зеркала воды, с дорожек);

- тепловыделений (от людей, от источников искусственного освещения, от солнечной радиации);

- газовыделений (от людей и других источников).

По каждой вредности необходимо определить необходимое количество приточного воздуха для её ликвидации и выбрать наибольший расход. В соответствии [4] нормативный расход наружного воздуха должен обеспечить не менее 80м^3/ч. на одного человека. При неправильном расчете количества воздуха и организации воздухообмена и неправильной эксплуатации (зачастую не всегда включают вентиляцию) под потолком помещения скапливается большое количество влаги, что влечет за собой, ржавление металлических конструкций и воздуховодов, образование плесени на конструкции потолка, точки росы на стенах и окнах. И если вовремя не убирают зимой снежный покров с плоских кровель, то не редки и обрушения кровли.

Очень важно поддерживать и качество воды в бассейнах. За последнее время появились новые методики по обработке воды (ультразвуковая очистка и др.) Но в существующих бассейнах школ, садиков, саун и др. по-прежнему воду обрабатывают хлорсодержащими веществами.

Зная расписание занятий и количество занимающихся, воду подготавливают заранее согласно п.3.11.1 СанПиН 2.1.2.1188-03 «Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества». А вот прогнозировать в бассейнах при саунах сложнее, количество

отдыхающих и время отдыха разное, промежуток между сеансами не позволяет полностью обработать воду. Чтобы избежать присутствие кишечной палочки добавляют большее количество хлорсодержащих веществ и за небольшой промежуток времени присутствие остаточного хлора в воде выше нормы. Так как хлор тяжелее воздуха, он быстро не улетучивается, и еще на протяжении некоторого времени находится над поверхностью воды.

Отдыхающие, особенно дети (часто ныряют, заглатывают воду) и попадают в лечебные заведения Республики, с жалобами на боли в глазах, кашель, и рвоту, где врачебным персоналом устанавливается диагноз: «Острое отравление парами хлорсодержащего вещества».

Учитывая выше изложенное необходимо жестко поддерживать и контролировать микроклимат в помещениях бассейнов различного назначения согласно требуемым нормам.

Литература

1. СанПиН 2.1.2.1188-03 «Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества».
2. Рекомендации АВОК Р НП АВОК 7.5 – 2012 «Обеспечение микроклимата и энергосбережение в крытых плавательных бассейнах. Нормы проектирования. М.2012».
3. СП 31- 113-2004 «Бассейны для плавания».
4. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха Актуализироанная версия СНиП 41-01-2003// Минрегион России, 2012.
5. СП 118.13330.2012 Свод правил. Общественные здания и сооружения. Актуализированная версия СНиП 31-06-2009. (п.7.34 табл. 7.4 по расчету, но не менее 80 м куб. н

Ключевые слова: микроклимат, бассейн, температура, влажность, воздухообмен, влаговыделения, тепловыделения, качество воды.

Keywords: microclimate, pool, temperature, humidity, air exchange, moisture allocations, thermal emissions, water quality.

Побережная Татьяна Геннадьевна, старший преподаватель кафедры теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15.

Щенникова Татьяна Владимировна, старший преподаватель кафедры теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; shchenn@mail.ru.

Poberezhnaya Tatiana Gennadyevna, Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Hydraulics, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation.

Shchennikova Tatiana Vladimirovna, Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Hydraulics, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation; shchenn@mail.ru.

Для цитирования:

Побережная Т.Г. Актуальные проблемы по созданию микроклимата при эксплуатации бассейнов / Т.Г. Побережная, Т.В. Щенникова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 589 - 592.

Citation:

Coastal T.G. Actual problems on creating a microclimate during operation of pools / T.G. Coast, T.V. Shchennikova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 589 - 592.

УДК 697.432

АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ

С.В. Спиридонов, Т.В. Щенникова, Н.Г. Русинова
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова», Россия, г. Чебоксары

Аннотация

В работе представлен вариант оборудования для использования теплоты уходящих газов от когенерационных установок.

ALTERNATIVE EQUIPMENT FOR THE USE OF HEAT GAS FROM COGENERATION PLANTS

Abstract

The paper presents a variant of equipment for using the heat of flue gases from cogeneration plants.

Обеспечение энергетической безопасности Чувашской Республики, развитие индустриального и социального комплексов, качественное и надежное энергоснабжение потребителей энергии, формирует реальные условия для развития в Республике конкурентной среды по производству электрической и тепловой энергии и привлечения в энергетическую систему отечественных и иностранных инвестиций, реализации государственной энергетической политики и государственного регулирования тарифов на электроэнергию, тепловую энергию.

В настоящее время преобладающая часть электрических сетей энергосистемы Чувашской Республики эксплуатируется за пределами нормативных сроков эксплуатации, это приводит к росту потерь при передаче электрической энергии, а также повышенным затратам на обслуживание и ремонт оборудования ПС. В работе представлена диаграмма потребления и выработки электрической энергии на территории Чувашской Республики с прогнозом до 2021 г. (Рис.1)

Доля электроэнергии вырабатываемой Мини-ТЭЦ в программе не рассматривается. В соответствии с информацией ПАО "РусГидро" производство электрической энергии в перспективе до конца 2021 года сохранится в существующем объеме 2100 млн. кВт•ч в год, что на фоне снижения выработки на теплоэлектростанциях (ТЭС) приведет к росту сальдо перетоков электроэнергии в период с 2017 по 2020 год.

Лишь в 2021 году планируется снижение сальдо перетоков в связи с прогнозируемым снижением потребности в электрической энергии.[1] Одним из вариантов снижения дифицита энергии является применение когенерационных установок.

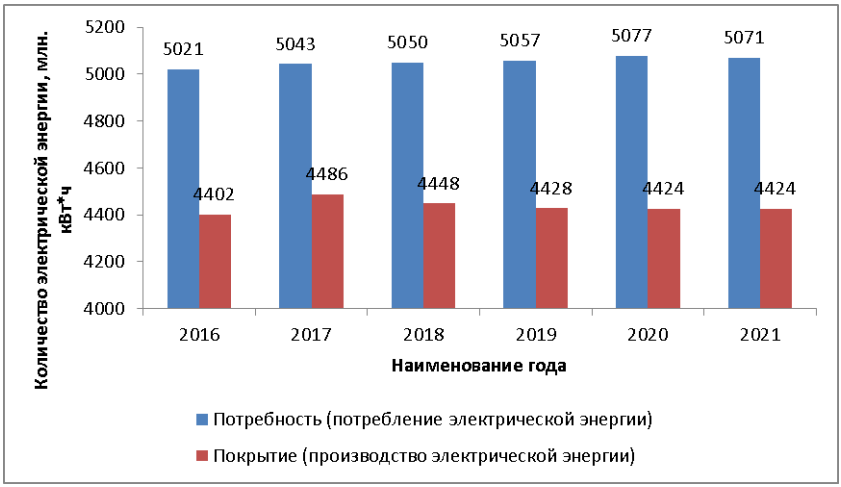


Рис.1.Перспективный баланс электроэнергии энергосистемы Чувашской Республики на период 2016 - 2021 годов

Под понятием когенерация подразумевается комбинированное производство электрической энергии и тепла. По сравнению с классическими электростанциями, где тепло, образованное при производстве электроэнергии, выпускается в окружающее пространство, когенерационные установки используют это тепло для отопления. Таким образом, экономится топливо и финансовые средства.

Различные факторы сдерживают темпы использования ГТУ в нашем регионе.

- большие капитальные затраты;
- проблемы при эксплуатации и обслуживании;
- отсутствие государственной поддержки и др.

Когенерационная установка состоит из газового двигателя, генератора, системы отбора тепла и системы управления. Тепло отбирается из системы выхлопа, масляного радиатора и системы охлаждения двигателя. На 100кВт электрической мощности потребитель получает ~120кВт тепловой мощности в виде пара и горячей воды для отопления и водоснабжения. Когенерационные

электростанции успешно покрывают потребность в недорогой электрической и тепловой энергии.

Применение когенераторных электростанций в городах позволяет эффективно дополнять рынок энергоснабжения, без реконструкции сетей. При этом значительно увеличивается качество электрической и тепловой энергий. Автономная работа установки позволяет обеспечить потребителей электроэнергией со стабильными параметрами по частоте и по напряжению, тепловой энергией со стабильными параметрами по температуре. Потенциальными объектами для применения когенерационных установок в России выступают промышленные производства, нефтеперерабатывающие заводы, больницы, объекты жилищной сферы, газоперекачивающие станции, компрессорные станции, котельные и т.д. В результате внедрения когенераторных электростанций возможно решение проблемы обеспечения потребителей теплом и электроэнергией без дополнительного строительства мощных линий электропередачи и теплотрасс. Приближенность источников к потребителям позволит значительно снизить потери передачи энергии и улучшить ее качество, а значит, и повысить коэффициент использования энергии природного газа.

Когенерационная установка является эффективной альтернативой тепловым сетям, благодаря гибкому изменению параметров теплоносителя в зависимости от требований потребителя в любое время года. Она не подвержена зависимости от экономического состояния дел в крупных теплоэнергетических компаниях.

Например, для уменьшения затрат на закупку электроэнергии и природного газа, которые несет ГУП Чувашской Республики «БОС» Минстроя Чувашии, приобретена когенерационная установка, работающая на природном газе и вырабатывающая электрическую энергию мощностью 500 кВт и тепловую мощность 609 кВт. Ее использование позволит уменьшить нагрузку на собственную котельную и, как следствие, снизить объемы потребления газа. Общий годовой экономический эффект от внедрения когенерационной установки, по предварительным расчетам, составит 50056,2 тысячи рублей, срок окупаемости данной установки – три года. [2]

В настоящее время существует много различных зарубежных и отечественных производителей, выпускающих газопоршневые установки: Tedom (Чехия), GUPSCOR (Испания), JENBACHER, «Зева энергия» (Германия) и др. [3] Так же на предприятиях используется энергетическое оборудование российских производителей. В работе рассматриваются Мини-ТЭЦ отечественного производства компании

ОАО Авторемонтный завод «СИНТУР –НТ» на базе двигателя Ярославского моторного завода ЯМЗ-240Г г. Нижний Тагил. [4]

Технической задачей, на решение которой направлена работа, является увеличение производительности установки, снижение энергозатрат, получение большего количества тепловой энергии. Одним из путей повышения коэффициента полезного действия установки является совершенствование системы охлаждения, в частности системы охлаждения выхлопные газы – вода. Производитель предлагает теплообменник квадратного сечения с экономайзером внутри. В результате работы выхлопные газы охлаждались недостаточно. Кроме того, квадратная форма теплообменника не выдерживает испытательное давление 10 атм.

Рис. 2. Экономайзер ОАО Авторемонтный завод «СИНТУР –НТ»

Поставленная задача достигается совершенствованием процесса съема теплоты от отработанных дымовых газов. В качестве теплообменника «выхлопные газы – вода» рассматривается трубчатый теплообменник - экономайзер. Экономайзер представляет из себя рекуперативный тепловой аппарат. Он состоит из пучка труб (1), жестко закрепленных в трубных решетках (2) в цилиндрическом кожухе (3) с крышкой (4). На кожухе установлены технологические патрубки (5) и штуцер (6). Трубки Ø 16 мм располагаются рядами с шагом 40 мм по горизонтали и 80 мм по вертикали. Ряды

перпендикулярны друг другу и имеют уклон 0,028. Всего в кассете 432 трубки. Размер кассеты 370х370х2040 мм. Экономайзер помещается в теплообменнике Ø 850 высотой 3000 мм. Дымовые газы поступают по газоходу и двигаются снизу вверх в межтрубном пространстве. Нагреваемая вода поступая снизу, двигается по трубкам, а так же в пространстве корпуса, нагревается и через верхнюю камеру выходит из теплообменника.

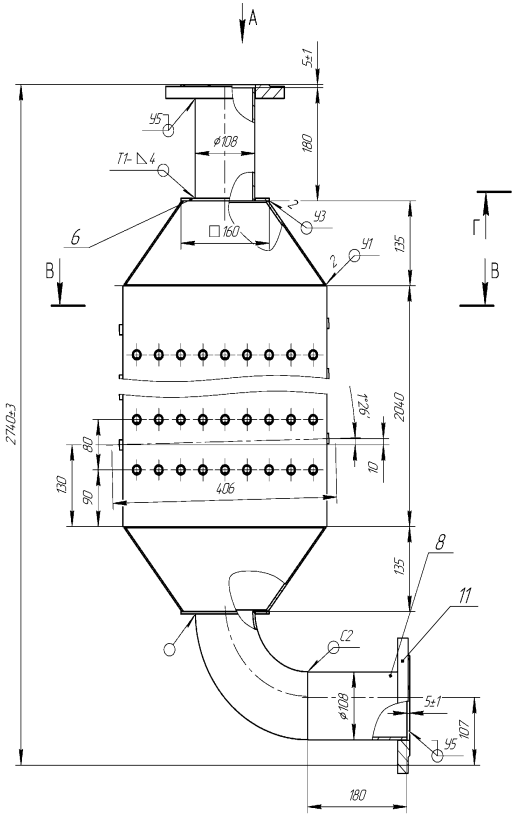


Рис 3. Экономайзер.

Таким образом, при использовании данного теплообменника практический выход тепловой энергии получается 3- 3,5 кВт на 1 кВт электрической (вместо 1,5 кВт заявленных производителем). Оптимизация работы когенерационной установки снижает себестоимость электрической энергии на 30 – 40%.

Литература

1. Схема и программа перспективного развития электроэнергетики Чувашской Республики на 2017 – 2021 года, утвержденная распоряжением Главы Чувашской Республики от 26 ноября 2016 г. № 464.
2. http://gov.cap.ru/Publication.aspx?gov_id=49&id=2588674
3. Русинова Н.Г., Карташова А.А. Обзор когенерационных установок Мини-ТЭЦ Материалы VI Международной научно-практической конференции. Прага 2011 № 4.
4. http://sintur-nt.ru

Ключевые слова: энергообеспечение, электрическая энергия, котельная, газопоршневой агрегат, топливо, газ, теплообменник

Keywords: power supply, electrical energy, boiler room, gas piston unit, fuel, gas, heat exchanger

Спиридонов Сергей Васильевич, доктор технических наук, доцент кафедры теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15.

Щенникова Татьяна Владимировна, старший преподаватель кафедры теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; shchenn@mail.ru.

Русинова Надежда Германовна, старший преподаватель кафедры теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15.

Spiridonov Sergey Vasilyevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Heat Engineering and Hydraulics Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation.

Shchennikova Tatiana Vladimirovna, Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Hydraulics Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation; shchenn@mail.ru.

Rusinova Nadezhda Germanovna, Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Hydraulics Chuvash State University named after I.N.

Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation.

Для цитирования:

Спиридонов С.В. Альтернативное оборудование для использования теплоты уходящих газов / С.В. Спиридонов, Т.В. Щенникова, Н.Г. Русинова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 593 - 599.

Citation:

Spiridonov S.V. Alternative equipment for the use of heat gas from cogeneration plants / S.V. Spiridonov, T.V. Shchennikova, N.G. Rusinova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 593 - 599.

УДК 004.942

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЖИГАНИЯ ГАЗА В ТОПКЕ ИЗЛУЧАЮЩЕГО ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

А.Р. Фатихов, М.Г. Зиганшин
Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Казань, Россия.

Аннотация

Статья посвящена исследованию горения газовоздушной смеси в топке отопительного конвектора. В статье на основе анализа большого числа иностранных статей по данной тематике была разработана математическая модель исследуемого объекта.

NUMERICAL INVESTIGATION OF GAS BURNING IN THE FURNACE OF HEATING DEVICE IS BASED ON RADIANT HEAT EXCHANGE

Abstract

The article is devoted to the study of the combustion of gas-air mixture in the furnace of a heating convector. In the article, based on the analysis of a large number of foreign articles on this topic, a mathematical model of the object under study was developed.

Как известно, приборы лучистого отопления позволяют несколько сэкономить на энергоносителе по сравнению с приборами, основанными на конвективном теплообмене, так как при лучистом обогреве комфорт ощущается при более низких температурах. Благодаря этому в помещениях с приборами лучистого отопления можно поддерживать температуру воздуха несколько ниже (15-16 ^{o}C), вместо 20-22 ^{o}C по нормам для жилых помещений, если в них размещены отопительные приборы с конвективным способом обогрева. В этом заключается основа энергоэффективности систем лучистого отопления и актуальность исследования.

Литературный анализ зарубежных и отечественных источников по научно-исследовательским работам в области эффективности газовых приборов лучистого отопления позволяет сделать вывод о недостаточной изученности ряда вопросов, касающихся сжигания газа в стесненных условиях. В отопительных котельных и стационарных производственных котлах топки конструируются таким образом, чтобы обеспечивалось свободное развитие факела горения, а топки современных бытовых газовых отопителей, получивших на

сегодняшний день довольно широкое распространение, такие условия не создаются, а стремятся к максимальной компактности конструкции аппаратов. Это относится и к газовым бытовым приборам лучистого отопления с герметичными камерами сгорания, устанавливаемым непосредственно в отапливаемых помещениях. В данной работе исследования проводились на базе численной модели, построенной по конфигурации и конструктивным характеристикам топки прибора «Beata 2» завода производителя «FEG» (Венгрия). Конвекторы данного типа с закрытой камерой сгорания имеют коаксиальный газоход типа "труба в трубе", через который осуществляется забор воздуха с улицы и отвод продуктов сгорания на улицу. Конструкция прибора «Beata 2» была принята в качестве образца для создания численной модели в связи с тем, что прибор имеет наилучшие рабочие характеристики среди представителей данного класса отопительных приборов.

В данной работе выполняется усовершенствование конструкции топки газового конвектора с целью повышения коэффициента использования топлива посредством компьютерного моделирования на базе методов вычислительной гидродинамики (computational fluid dynamics). Наиболее доступным для идентификации показателем рациональности сжигания природного газа является полнота сгорания метана CH_4 и других горючих компонентов до CO_2 и H_2O. Данные параметры определяются в результате проведения численного эксперимента, для чего в препроцессоре Gambit была смоделирована геометрия топки излучателя прибора «Beata 2» и сгенерирована расчетная сетка.

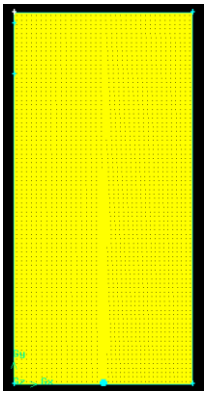


Рис.1. Геометрия топки излучателя прибора с расчетной сеткой

Полученная модель была перенесена в решатель ANSYS Fluent. Для замыкания системы решаемых дифференциальных уравнений

движения была использована k-ε модель турбулентности. Использовались стандартные пристеночные функции. Также были включены в расчет уравнение энергии и уравнение излучения по модели DO. На расчетном этапе машина решает по заданному алгоритму основные дифференциальные уравнения с точки зрения таких базовых физических параметров как скорость, давление, плотность, температура, энтальпия и т. д. На следующей стадии результаты решения отображаются в виде контурных или же векторных схем, привязанных к исходной геометрии. На рис. 2 приведен пример одного из результатов расчета после адаптации сетки в решателе.

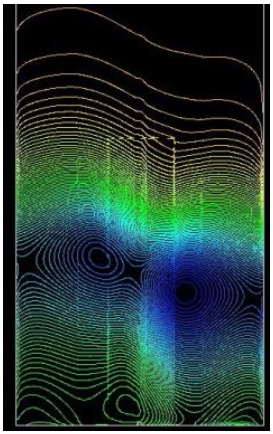


Рис. 2. Изобары статического давления в камере излучателя

По результатам исследований, максимальное значение статического давления в камере излучателя составило 500 Па, температуры – 1700-2000 K, скорости продуктов сгорания 0,5-1 м/с. При этом стенок топки достигают потоки с температурой не ниже 1700 K, что свидетельствует о высокой интенсивности прохождения в них реакций окисления активных центров зоны горения.

Таким образом, проведенные исследования позволяют наглядно определить характер конструктивных изменений, которые необходимо внести в конфигурацию топки с целью устранения касания ее стенок факелом.

Литература

1. Ramin Zadghaffari, Jafarsadegh Moghaddas. (2012). Numerical Investigation of a Burner Configuration to Minimize Pollutant Emissions [Electronic version]. *APCBEE Procedia 3*, 177-181.

2. Я.Б. Зельдович, Г.И. Баренблат, В.Б. Либрович, Г.М. Махвеладзе - Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980. -478 с.

3. Л. Ю. Артюх, Л. А. Вулис, Э. А. Закарин. Численное исследование ламинарного газового факела // В сб.: Горение и взрыв : материалы 3 Всесоюзного симпозиума по горению и взрыву / 3 Всесоюз. симпозиум по горению и взрыву, Акад. наук СССР, М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР, М-во хим. пром-сти СССР ; редкол.: В. В. Азатян [и др.] ; отв. ред. Л. Н. Стесик. - М. : Наука, 1972. - 840 с.

4. Зиганшин А.М. Вычислительная гидродинамика. Постановка и решение задач в процессоре Fluent, изд.: КГАСУ, Казань, Россия, 2013.- 79 с.

5. Зиганшин А.М. Вычислительная гидродинамика. Построение расчетных сеток в препроцессоре Gambit, изд.: КГАСУ, Казань, Россия, 2013.- 33 с.

Ключевые слова: CFD, вычислительная гидродинамика, компьютерное моделирование, газовые конвекторы, горение.

Keywords: CFD, computational fluid dynamics, computer simulation, gas convectors, combustion.

Фатихов А.Р., магистрант 2-ого курса, Казанский государственный архитектурно-строительный университет.

Зиганшин М.Г., Доктор технических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет.

Fatikhov A.R., 2nd year undergraduate student, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering.

Ziganshin M.G., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering.

Для цитирования:

Фатихов А.Р. Численное исследование сжигания газа в топке излучающего отопительного прибора / А.Р. Фатихов, М.Г. Зиганшин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции НАСКР-2018. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2018. – С. 600 - 604.

Citation:

Fatikhov A.R. Numerical investigation of gas burning in the furnace of heating device is based on radiant heat exchange / A.P. Фатихов, M.Г. Зиганшин // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the IV International (X All-Russia) Conference (NADCR-2018). The Chuvash State University, Cheboksary, 2018. – P. 600 - 604.

Содержание

Предисловие 3

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

Андреев Е.В., Сакмарова Л.А. Типологический анализ многофункциональных спортивных комплексов 5

Ахметова С.П., Андреева О.П., Михайлова Э.В. Дизайн городской среды. Синтез исторической и современной архитектуры 13

Владимирова И.И., Сакмарова Л.А. Исторический анализ развития санаторно-курортных комплексов России 18

Григорьева Т.А., Сеньков В.М. Возможности дисциплины «достижения современной строительной практики» в развитии профессионально-познавательных интересов студентов-первокурсников 26

Евсеева А.С., Самсонов Б.В. Методы обучения в сфере архитектуры и дизайна 33

Исаев А.А. Из истории архитектуры классицизма в Чувашии 39

Исаев А.А., Шумихина Е.Г. Многофункциональные объекты архитектуры 46

Муреев П.Н., Макаров А.Н., Иванов А.В. Измерения температуры наружной конструкции стен контроллерами на базе Arduino 54

Нестерова И.М., Нестерова М.А. Проектирование апарт-отеля с бизнес блоком в г. Казань 62

Нестерова И.М., Сырги А.В. Проектирование туристического этнографического комплекса в РМЭ 66

Нестерова И.М., Аравицкая В.Г. Основные аспекты проектирования лечебно-восстановительных центров на примере г. Казань 70

Нестерова И.М., Исаев Г.С. Анализ и расчет парковочного пространства 74

Нечаева Е.В., Бородов В.Е. Анализ автостоянок жилых дворов г. Йошкар-Ола 77

Протасевич А.А, Сакмарова Л.А. Агрогород и вертикальная ферма, как актуальный путь развития архитектуры сельскохозяйственных объектов 81

Сакмарова Л.А., Бахмисова М.А. Многослойные ограждающие конструкции, и их свойства при температурных воздействиях 88

Смирнова С.Н., Ерошкина Е.Ю. Концепция проектирования промышленных зданий с учетом «зеленых» стандартов 97

Смирнова С.Н., Сидлерова О.О. Применение «зеленых» элементов в архитектуре зарубежных стран 100

Федосеева И.П., Трофимова Е.В. Изменения в градостроительном законодательстве, касающиеся объектов жилищного строительства 104

Хинканин Л.А., Хинканин А.П. Оценка особенностей

формирования комфортных параметров в рабочей зоне птичников напольного содержания 111

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Антаков И.А. Совершенствование методики расчета прочности нормальных сечений изгибаемых бетонных элементов с композитной полимерной арматурой 119

Бахмисов В.А., Андреев В.Г., Бахмисов И.А., Тырлаков В.О., Тырлаков С.О. Способ повышения надежности кронштейнов навесных вентилируемых фасадных систем для кирпичной кладки 128

Галимуллин И.А., Шмелев Г.Н. Расчет конструкций навесов на ветровое воздействие с учетом рельефа местности 136

Еропов Л.А. Разработка и исследование дощатых арок с узлами на клеевых соединениях 141

Петров М.В., Федорова Т.Г., Михайлов Б.В., Гоник Е.Г.,

Пфаненштиль Н.Г. Влияние несовершенств геометрии тонкостенных цилиндрических оболочек, заполненных сыпучим материалом, на их устойчивость при изгибе 148

Савин С.Ю., Енютина М.К., Ломакина К.А., Аверькова О.Ю., Горчинский И.А. Взаимосвязь статических и динамических параметров деформирования балки с упруго-податливой опорой 157

Смирнова С.Н., Афанасьева А.Ю. К вопросу о строительстве клееных деревянных конструкций в России и за рубежом 164

Соколов Б.С. Новые конструктивные решения элементов несущей системы УИКСС для строительства и реконструкции зданий различного функционального назначения 167

Соколов Б.С., Антаков А.Б. Развитие методики расчета каменных и армокаменных конструкций 174

Соколов Б.С., Трошков Е.О. Проектирование несущей системы УИКСС для строительства школьных и дошкольных учреждений 184

Соколов Б.С., Миронова Ю.В. Конструктивное решение горизонтального стыка плит перекрытия в каркасе «УИКСС» с использованием петлевидных закладных деталей 193

Трещев А.А., Монастырев Ю.А., Чибрикина В.Д. Уравнения состояния для ортотропных материалов, механические характеристики которых зависят от вида напряженного состояния 199

Фабричная К.А., Саубанова А.М. Оценка ветрового воздействия на здание с консольными этажами 207

Филатов В.Б., Галяутдинов З.Ш. Анализ напряженно-деформированного состояния плиты при продавливании на конечно-элементных моделях 214

Филатов В.Б., Скачков Ф.П. Сопротивление продольной арматуры в наклонной трещине изгибаемого элемента действию поперечных сил 223

НАДЕЖНОСТЬ, МОНИТОРИНГ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Амато П, Бахмисов В.А., Куклин В.А., Андреев В.Г., Бахмисов И.А. Способ статического укрепления элементов облицовки из фиброармированного бетона неметаллическими сетками 231

Вилкова М.В., Фабричная К.А. К вопросу необходимости ремонта и усиления кирпичных стен при устройстве временных крыш при консервации зданий 237

Иванов С.И., Кардумян Г.С. Гидроизоляция подземной части зданий методом «белая ванна» 242

Казначеев С.В., Богатов А.Д., Ерофеев В.Т. Физико-механические свойства и биостойкость каркасов на модифицированном цементном связующем и известняковом щебне 250

Павлов В.В., Хорьков Е.В. Конструктивно-технологические решения перекрытий реконструируемых зданий 258

Плотников А.Н., Иванов М.Ю., Порфирьева Е.Н. Информативность систем мониторинга высотных зданий из принципа минимизации количества датчиков 267

Плотников А.Н., Левин С.А., Лукин А.Г., Николаева А.Г., Иванов В.А., Гоник Е.Г., Аринина Н.Н., Яковлева О.С., Порфирьева Е.Н., Иванов М.Ю. Интегральный автоматический мониторинг высотных, заглубленных и большепролетных сооружений, разработанный кафедрой строительных конструкций Чувашского госуниверситета 278

Плотников А.Н., Левин С.А., Николаева А.Г., Иванов В.А., Иванова Н.В., Михайлов Б.В., Аринина Н.Н., Яковлева О.С. (Чебоксары) Реализация интегрального мониторинга на объекте «Большая спортивная арена «Лужники» 295

Радайкин О.В., Шарафутдинов Л.А. Компьютерное моделирование в ПК «ANSYS» НДС железобетонных балок, усиляемых сталефибробетонной «рубашкой», с учётом начальных трещин 308

Аль Дулайми С.Д. О методах повышения долговечности и надежности железобетонных конструкций 316

Соколов Б.С., Павлов В.В., Хорьков Е.В. Конструктивно-технологические особенности восстановления эксплуатационной пригодности каменных сводчатых перекрытий 323

Тимофеев Е.О., Максимова Л.А. Исследование методов расчета изгибаемых железобетонных элементов, усиленных композиционными материалами 330

Фабричная К.А., Шарафутдинова К.И. К исследованию НДС кирпичных сводов (типа «Монье») при реконструкции 338

Хасанов Н.М., Якубов А.О. Конструкции пешеходных переходов и причины разрушений при землетрясении 345

Плотников А.Н., Левин С.А., Лукин А.Г., Николаева А.Г., Иванова Н.В., Аринина Н.Н., Яковлева О.С. Принципы проектирования систем интегрального автоматического мониторинга в работах кафедры 352

строительных конструкций Чувашского госуниверситета на примере объектов Универсиады-2019
Масленникова И.И., Жиренков А.Н. О сохранении требуемой эксплуатационной надежности тяжелого бетона в сооружениях из трубобетона 366

ГЕОТЕХНИКА, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Анциферов С.В., Фомин А.В. Напряженное состояние обделок параллельных тоннелей, сооруженных вблизи склона 377
Глушков В.Е., Глушков А.В. Эффективные конструкции щелевых фундаментов 384
Дворянкин В.Г., Анциферов С.В., Тормышева О.А. Напряженное состояние обделок тоннелей мелкого заложения от веса технологического оборудования 391
Погорелов Ю.С., Ороско Перес Х.М. Скважинные геофизические исследования водозаборной скважины на площадке «Пирогово-2» в Алексеевском районе Белгородской области 397
Рузиев А. Геотехническое обоснование надстройки здания общественного центра в г. Душанбе 406
Рузиев А. Опыт устройства подвального помещения в функционирующем здании фабрики «Ширин» в г. Душанбе 414
Сергеев С.В., Викторова С.С., Синица И.В., Зинченко А.В. Особенности деформирования комбинированных подземных строительных конструкций 425
Соколов Н.С. Выбор типа буровых свай по технико-экономическим параметрам 430
Соколов Н.С. Выбор типа свай усиления слабых оснований 439
Соколов Н.С. Случай усиления основания фундаментов в стесненных условиях 447
Соколов Н.С., Викторова С.С., Смирнова Г.М., Алексеева Г.Н., Федосеева И.П. Свая-ЭРТ, изготовленная по электроразрядной технологии 464
Тешаев У.Р., Вохмин С.А., Хасанов Н.М. Анализ динамики роста давления при замерзании забутовочных горных пород транспортных тоннелей 473
Ятимов А.Дж., Хасанов Н.М., Зувайдов М.М. Определение давления анизотропных горных пород на тоннельную обделку 480

ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ, МАТЕРИАЛЫ И ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

Емельянов Д.В., Балатханова Э.М., Ерофеева И.В., Ошкина Л.М., Богданов А.С., Надоров С.В., Ефремов П.А. Цементные композиты с добавкой доломитового наполнителя 486

Ерофеев В.Т., Смирнов И.В., Воронов П.В., Светлов Д.А. Афонин В.В. Исследование влияния количественного содержания отвердителя – полиэтиленполиамина на климатическую стойкость эпоксидных композитов 498

Львов И.В., Сергеев Г.Е. Инновации в системе управления строительным предприятием 510

Львов И.В., Никифорова С.Ю. Экономические особенности предпринимательства в строительстве 518

Мамаев Н.Г., Ярцева А.Д. Некоторые особенности бетонирования при возведении монолитных зданий в зимнее время 525

Маринина О.Н., Ермилова Н.Ю. Исследование эффективности сорбционно-фильтрующего материала для защиты органов дыхания сварщиков арматурных цехов завода ЖБИ 532

Микрюкова Е.В., Седых М.А. Влияние размеров картонных гильз на прочность облегченных плитных материалов 539

Микрюкова Е.В., Ахмедов С.Р. Исследование водостойкости композиционных плитных материалов на основе сосновой коры и стружки 545

Семенов А.А., Алексеева Г.Н. Повышение эффективности организации ремонтно-строительных работ путем применения энергосберегающих технологий 550

ЭНЕРГОРЕСУРСЫ ЗДАНИЙ

Васильев В.С., Русинова Н.Г. Современные методы подготовки и транспортирования питьевой воды 556

Дюдина А.А., Зиганшин М.Г. Моделирование топок теплогенераторов малой и средней мощности для повышения их энергоэффективности посредством конструктивного совершенствования 564

Зиганшин А.М., Пронин М.О., Шамсутдинов Т.Ф. (Казань) Валидация численной модели течения в вытяжном вентиляционном неравностороннем тройнике 569

Зиганшин М.Г., Павлова М.В. Исследование характеристик энергоэффективности котлов, работающих под наддувом 576

Мензелинцева Н.В., Карапузова Н.Ю, Фомина Е.О., Богомолов С.А. Прогноз надежности работы рукавных фильтров 581

Побережная Т.Г., Щенникова Т.В. Актуальные проблемы по созданию микроклимата при эксплуатации бассейнов 589

Спиридонов С.В., Щенникова Т.В., Русинова Н.Г. Альтернативное

оборудование для использования теплоты уходящих газов 593
Фатихов А.Р., Зиганшин М.Г. (Казань) Численное исследование сжигания газа в топке излучающего отопительного прибора 600

Научное издание

НОВОЕ В АРХИТЕКТУРЕ, ПРОЕКТИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И РЕКОНСТРУКЦИИ

НАСКР-2018

Материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции

Согласно закону № 436-ФЗ от 29 декабря 2010 г.
данная продукция не подлежит маркировке

Отв. за выпуск А.Н. Плотников

Подписано в печать 25.12.2018. Формат 60x84/16
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать оперативная.
Усл. печ. л. 35,58. Тираж 150 экз. Заказ № 1590

Отпечатано в соответствии с представленным оригина-макетом
в типографии Чувашского госуниверситета
428015, Чебоксары, Московский пр., 15