

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК
ТРУДОВ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Выпуск 29 (99)

ПРИКЛАДНЫЕ НАУКИ. СТРОИТЕЛЬСТВО

Архитектура

Геодезия

Строительные конструкции

Строительные материалы

Трубопроводный транспорт и инженерные сети

Обновляется 1 раз в год

Новополоцк

ПГУ

2019

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:
проф., д.т.н. Д.Н. Лазовский

Заместитель главного редактора:
доц., к.т.н. Ю.П. Голубев

Председатель ред. совета проф., д.т.н. В.К. Липский
Зам. председателя ред. совета доц., к.т.н. А.А. Бакатович

Архитектура и строительство:

доц., к.архитектуры Г.И. Захаркина
доц., к.т.н. Р.А. Минеев
доц., к.т.н. Е.Д. Лазовский
доц., к.т.н. Л.М. Парфенова

Геодезия:

доц., к.т.н. А.М. Дегтярёв
доц., к.т.н. И.П. Шевелев
доц., к.т.н. В.В. Ялтыхов
доц., к.т.н. Г.Е. Головань

Трубопроводный транспорт и инженерные сети:

доц., к.т.н. В.В. Булах
доц., к.т.н. Т.И. Королёва
доц., к.т.н. Л.М. Спиридёнок

**ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК ТРУДОВ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОЛОЦКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА. Выпуск 29 (99). Прикладные науки.
Строительство. – Новополоцк : ПГУ, 2019.**

Издается с 2014 года (в печатном виде – с 2004 года).

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3671404562 от 30.11.2014 г.

В сборнике представлены труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета по направлениям прикладных исследований, проводимых в университете: архитектура, строительные конструкции, строительные материалы, трубопроводный транспорт, геодезия.

Предназначен для работников науки, образования и производства, будет полезен студентам, магистрантам и аспирантам университетов экономических специальностей.

Учредитель : учреждение образования «Полоцкий государственный университет»
211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 59 95 44, e-mail: vestnik@psu.by

Компьютерный дизайн *М.С. Мухоморовой*
Техническое редактирование и компьютерная верстка *С.А. Щикова*

№ госрегистрации 3671404562

ISBN 978-985-531-665-8

© Полоцкий государственный университет, 2019

АРХИТЕКТУРА

УДК 711.04

ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ СТУДЕНЧЕСКИХ ОБЩЕЖИТИЙ

В.Ф. МЕТЛА, Ю.А. ХАЛЕЦКАЯ
(Представлено: БОРОВКОВА А.А.)

В связи с развитием технологий как в повседневной жизни человека, так и в строительстве, меняются нормы и стандарты, что приводит к повышению качества архитектурных решений. В данной статье рассмотрены некоторые планировочные решения, используемые в проектах студенческих общежитий.

Общежитие становится домом для студентов на несколько лет обучения, при этом условия проживания влияют и на результаты обучения, и на формирование личности учащегося, так как именно в общежитии он учится, взаимодействует с другими студентами и отдыхает. Все чаще в современных проектах общежитий прослеживается отражение современных тенденций к созданию безбарьерной среды, использованию экологичных материалов. Вместе с этим, планировочные решения в проектах общежитий так же претерпевают изменения.

Студентам, живущим в общежитиях, так или иначе приходится взаимодействовать друг с другом. Несомненно, задачей архитекторов становится создание максимально комфортной среды, в котором коммуникация не навязывается, однако может проходить легко. В связи с этим, все чаще при проектировании формируются общие пространства, которые способствуют проведению активностей и взаимодействию между студентами. Так, архитектурное бюро LEGORRETA в своем проекте Highland Hall Residences Stanford University [1] создает здание сложной конфигурации, которое образует несколько внутренних дворов, которые выполняют рекреационную функцию (рис. 1). Благоустройство каждого из дворов решено по-разному, от укромных пространств с озеленением до преимущественно открытых площадей. Рекреационная функция сосредоточена не только во дворах, но и на террасах здания, которые также оборудованы уличной мебелью и озеленены. В отделке здания использована штукатурка контрастных цветов, с помощью которых созданы акценты на некоторых элементах здания. Жилые ячейки общежития однотипны: она кухня на две одноместные спальни, каждая из которых оборудована рабочим местом, санузлом и комнатой для хранения.

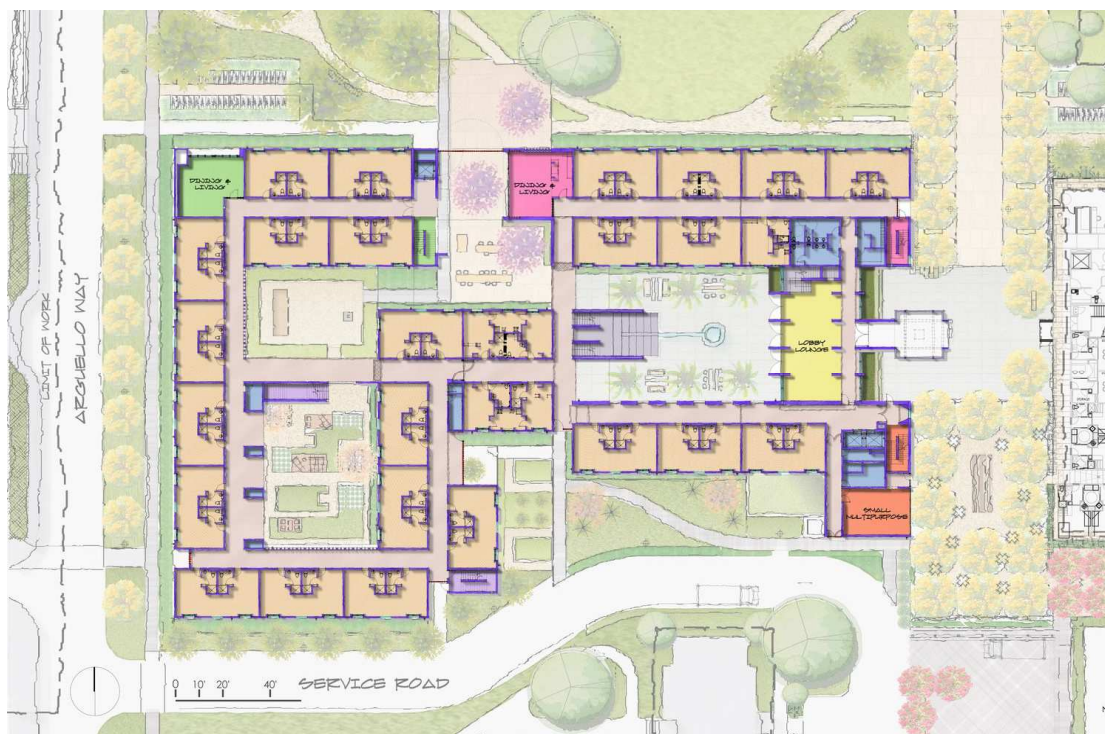


Рисунок 1. – План участка

В некоторых проектах создаются несколько общих зон, которые позволяют вынести из комнат все функции и занятия, кроме отдыха и сна; обычно такие пространства размещаются в одном объеме с жилыми комнатами, однако существуют и проекты, в которых общие пространства выделяются в отдельный объем-корпус, обычно соединенный переходом с жилым корпусом. Встречаются и проекты с жилыми ячейками, предназначенными для проживания нескольких человек, при этом сон, отдых, учеба, приготовление пищи могут осуществляться в пределах этой ячейки. Первый вариант способствует коммуникации между студентами, тогда как второй вариант больше понравится тем, кто не любит многолюдных компаний. Также возможно сочетание этих вариантов, при котором здание содержит общие пространства и оборудованные всем необходимым комнаты. Именно это можно увидеть в проекте Livinn Santiago от RS Arquitectura [2]. Здание имеет одиннадцать этажей и подземную парковку. На первом этаже расположен тренажерный зал, бассейн, рекреации, кабинеты администрации. Так же на первом и десятом этажах расположены рекреационные зоны. На этажах выше (рис. 2) проектом предусмотрены жилые ячейки разных типов. Они состоят из гостиной с кухней-нишей и одной, двух или трех спален. При этом в ячейках с одной и двумя спальнями на каждую из них приходится по санузелу, ячейка же с тремя спальнями оборудована двумя санузлами. Из гостиной комнаты можно попасть на балкон. Таким образом, планировка здания не навязывает общение с жильцами других ячеек, однако делает его возможным и удобным в помещениях на первом и десятом этажах здания. Стоит отметить и то, что ячейка разделена на гостевую и тихую зону, что дает возможность общения и вместе с тем сохраняет покой других жильцов ячейки. Здание оборудовано лифтами.



Рисунок 2. – План типового этажа

Для горизонтальной коммуникации между жилыми ячейками общежитий чаще всего используется коридор, однако есть и проекты, где используются галереи и верхний свет. При этом, как правило, на нижнем уровне находится общее пространство, которое может сочетать в себе несколько функций. Здание, построенное по проекту Vêtania [3] от архитектурного бюро atelier OBJETIFS во Вьетнаме, рассчитано на проживание 78 человек. Внутри расположена библиотека и малобюджетный ресторан. Жилые комнаты связаны галереями, выходящими во внутреннее пространство, в котором расположено дерево и фонтан, улучшающие микроклимат в здании. Конструкция здания делает возможным сбор дождевой воды, которая используется для подпитки фонтана и других нужд. Фасад выполнен из бетона и представляет собой треугольную сетку, скрывающую внутренние помещения от посторонних глаз.

Стоит отметить, что использование верхнего света и галерейной системы делает здание шире, однако вместе с тем улучшает освещенность горизонтальных коммуникаций и уменьшает теплопотери здания. Вместе с тем, такие способы организации пространства способствуют быстрому распространению звука (в том числе и шума), что может мешать отдыху студентов. С точки зрения звукоизоляции более совершенными являются общежития из нескольких секций или планировочные решения, предусматри-

вающие вход в жилые ячейки из небольших холлов. Также коридор может быть разделен на несколько частей дверьми или иметь повороты в плане, что так же уменьшит распространение звуковых волн[4].

Таким образом, при выборе планировочного решения для здания студенческого общежития следует учитывать необходимость создания зон для отдыха, занятий, коммуникации студентов друг с другом и с администрацией общежития. Также важно уделить внимание зонированию каждой жилой ячейки и отвести достаточно места для всех процессов, происходящих там.

ЛИТЕРАТУРА

1. Highland Hall Residences Stanford University / LEGORRETA // ArchDaily [Электронный ресурс]. – 2017.– Режим доступа: <https://www.archdaily.com/884098/highland-hall-residences-stanford-university-legorreta>. – Дата доступа: 12.09.2019.
2. Livinn Santiago / RS Arquitectura // ArchDaily [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://www.archdaily.com/890847/livinn-santiago-rs-arquitectura>. – Дата доступа: 14.09.2019.
3. Bêtania / atelier OBJECTIFS // ArchDaily [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://www.archdaily.com/903024/betania-atelier-objectifs>. – Дата доступа: 13.09.2019.
4. Агранович-Пономарева Е., Мазаник А., Токаюк А., Жарновецка Я. Ц. Дом для студента. Архитектурное проектирование жилой комнаты общежития: монография/ Белостокский тех. ун-т; под общ. ред. Е. Агранович-Пономаревой, А.Мазаник, А. Токаюка, Я. Ц. Жарновецкой.–Белосток, 2017.– С. 20–21.

УДК 711.04

**ВЫЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕШЕНИЯ ФАСАДОВ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ
СОВРЕМЕННЫХ СТУДЕНЧЕСКИХ ОБЩЕЖИТИЙ****В.Ф. МЕТЛА, Ю.А. ХАЛЕЦКАЯ**
(Представлено: А.А. БОРОВКОВА)

В статье представлен разбор ключевых принципов формирования экстерьеров и благоустройства территорий общежитий для студентов на основе анализа примеров из мировой практики.

Для того, чтобы сделать среду обитания студентов благоприятной, следует учитывать не только качество, комфорт и доступность внутренних пространств общежитий, но и решения экстерьера и прилегающей территории, так как для большинства людей эти показатели важны при составлении впечатления от места проживания.

В ходе изучения аналогов были выявлены некоторые особенности формирования облика современного общежития. Далее будут приведены некоторые примеры сооружений и описаны ключевые детали.

1. Разделение общего и частного пространства [1, с. 14]. Удобство передвижения. Навигация на интуитивном уровне.

Дворовой и уличный фасады здания High Street Residence Hall, Dickinson College (Deborah Berke Partners) [2] отличаются друг от друга материалами и фактурой, что позволяет визуально и психологически отделить общее пространство улицы от частного пространства двора (со стороны улицы массивный камень, выстраивающий единую развертку с более старым зданием учебного заведения, а изнутри – серовато-зеленые панели, задающие спокойный вертикальный ритм и гармонично сочетающиеся с деревянными оконными рамами и зеленым газоном) (рис. 1). Кроме того, если уличный фасад прост в объеме и имеет лишь небольшую сдвигу, то со стороны двора существенно меняют пластику фасада выносы жилых блоков, формирующие небольшие дворики и акцентирующие внимание на дополнительных входных группах. Пути сообщения с учебным корпусом и прилегающей территорией тщательно продуманы, использованы различные виды мощения, проработано освещение. Следует отметить разнообразие фактур, материалов и при этом лаконичность, сдержанность цветового решения.



Рисунок 1. – Уличный и дворовой фасады

2. Защита личного пространства. Уникальность образа. Внутренние дворы.

Использование ажурных светлых навесных панелей, наподобие представленных на примере Bêtania (atelier OBJETIFS) [3], или же панелей-ставен, по схожему принципу, может помочь в решении сразу нескольких задач – добавление приватности личному пространству комнат [1, с.23] в стесненных условиях близкого расположения нескольких корпусов общежитий при сохранении единого облика здания, и возможность создания индивидуальных для каждого объекта фасадов с самыми различными декоративными качествами. Ярко выраженная входная группа помогает в навигации, закрытый внешний фасад отличается от открытых лоджий-галерей внутреннего двора, в котором располагается водный объект и дерево.

3. Проработка ландшафтных решений.

Пример Dormitories in Zhejiang University (STI Studio from the Architectural Design & Research Institute of Zhejiang University) [4] иллюстрирует преимущества планирования территории таким образом, чтобы между соседствующими корпусами общежитий была возможность создавать интересные ландшафтные композиции, в том числе с использованием рельефа и водных объектов. Такие пространства

позволят сделать жизнь в урбанизированном пространстве, в котором, как правило, располагаются белорусские университеты, более комфортной с точки зрения близости к природе и реализовать рекреационный потенциал озелененных территорий, прилегающих к общежитию.

4. Эффективное использование поверхностей.

При решении экстерьеров здания следует уделить внимание не только визуальному восприятию, но и выгоде, которую можно извлечь при рациональном использовании поверхностей - утепление стен для уменьшения теплопотерь, озеленение и использование кровли, например, в целях рекреации, установка солнечных батарей. Для простоты навигации и снижения негативного шумового воздействия возможно разделение корпусов, выполняющих различные функции – проживание, проведение зрелищных и спортивных мероприятий, питание и т.д. Применение этих принципов можно наблюдать в Pomona College Student Housing (Ehrlich Yanai Rhee Chaney Architects) [5], где на крыше общежития рядом с панелями солнечных батарей расположен открытый лекторий, а поблизости имеется озелененная зона рекреации.

5. Оригинальные планировочные и фасадные решения.

Как видно на примере Olympia Place (Holst Architecture + DiMella Shaffer) [6], сочетание лаконичности отделки фасадов со сложностью планов и интересными деталями врезки может стать, вкуче с активным использованием зеленых насаждений, хорошим решением эффективного распоряжения территорией и создания на сравнительно небольшом пространстве комфортного места для жизни. Благодаря решению кровли скатами и переменной этажности весь объем выглядит аккуратным, несмотря на вместительность сооружения (рис. 2).



Рисунок 2. – Компактный план и лаконичный объем

6. Внимание к истории места и деталям.

На первый взгляд сооружение Rooms with a View (Rue Royale Architectes) [7] может показаться обыкновенным, однако при ближайшем рассмотрении становится очевидным грамотный подход к проектированию – вид из каждого окна продуман архитекторами, так же как сочетание нового сооружения с уже существующим историческим зданием и задействование нескольких сохранившихся элементов при создании вспомогательного объекта. из этого примера следует, что одним из наиболее важных факторов удачного размещения здания является его взаимоувязка с существующей застройкой и прилегающей территорией, а также важность внимания к деталям.

Исходя из проанализированных объектов, в том числе и тех, которые не упомянуты в данном материале, следует отметить, что наиболее популярными, эффектными и при этом экологичными материалами для возведения и отделки зданий студенческих общежитий предсказуемо являются кирпич, бетон, дерево, камень, металл, стекло. Кроме того, внешний облик здания и прилегающих территорий для сохранения уникальности места и создания неповторимой атмосферы проектируется в тесной взаимосвязи

с исходными условиями с внесением наименьшего возможного количества изменений в природную среду и существующее окружение.

Помимо всего вышеперечисленного, при формировании застройки, благоустройстве территорий и решении фасадов следует учитывать удобство маломобильных групп населения, в том числе слабовидящих. Для этого минимизируется количество резких перепадов высот, используются различные специализированные покрытия, направляющие, плавные переходы, при необходимости обозначения цветом, поручни, подъемники, звуковые устройства [8].

Таким образом, общежитиям в Беларуси зачастую не хватает внимания к важным деталям [1, с. 113], которые могли бы сделать даже самые простые проекты и экономичные решения привлекательными и комфортными для студентов. Поэтому вышеописанные принципы могли бы стать отправной точкой улучшения жилой среды при возведении новых общежитий и реконструкции существующих объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агранович-Пономарева Е., Мазаник А., Токаюк А., Жарновецка Я. Ц. Дом для студента. Архитектурное проектирование жилой комнаты общежития: монография/ Белостокский тех. ун-т; под общ. ред. Е. Агранович-Пономаревой, А. Мазаник, А. Токаюка, Я. Ц. Жарновецкой.–Белосток, 2017.
2. High Street Residence Hall, Dickinson College / Deborah Berke Partners// archdaily [Электронный ресурс]. – 2019.– Режим доступа: <https://www.archdaily.com/917295/high-street-residence-hall-dickinson-college-deborah-berke-partners>. – Дата доступа: 13.09.2019.
3. Bêtania / atelier OBJECTIFS// archdaily [Электронный ресурс]. – 2018.– Режим доступа: <https://www.archdaily.com/903024/betania-atelier-objectifs>.– Дата доступа: 13.09.2019.
4. Dormitories in Zhejiang University / STI Studio from the Architectural Design & Research Institute of Zhejiang University// archdaily [Электронный ресурс]. – 2018.– Режим доступа: <https://www.archdaily.com/879383/architects-making-dull-dormitory-more-artistic-sti-studio-from-the-architectural-design-and-research-institute-of-zhejiang-university>. – Дата доступа: 13.09.2019.
5. Pomona College Student Housing / Ehrlich Yanai Rhee Chaney Architects// archdaily [Электронный ресурс]. – 2018.– Режим доступа: <https://www.archdaily.com/884638/pomona-college-student-housing-ehrllich-architects>. – Дата доступа: 13.09.2019.
6. Olympia Place / Holst Architecture + DiMella Shaffer// archdaily [Электронный ресурс]. – 2017.– Режим доступа: <https://www.archdaily.com/867105/olympia-place-holst-architecture-plus-dimella-shaffer>. – Дата доступа: 13.09.2019.
7. Rooms with a View / Rue Royale Architectes// archdaily [Электронный ресурс]. – 2016.– Режим доступа: <https://www.archdaily.com/786061/rooms-with-a-view-rue-royale-architectes>. – Дата доступа: 13.09.2019.
8. Среда обитания для физически ослабленных лиц. Строительные нормы проектирования=Асыроддзе пражывання для фізічна аслабленых асоб. Будаўнічыя нормы праектавання: ТКП 45-3.02-318-2018. – Введ. 14.02.2018. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2018. – 10 с.

УДК 628.987

**УЛУЧШЕНИЕ СВЕТОВОЙ ИНТЕРЬЕРНОЙ СРЕДЫ В КВАРТИРАХ
КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ СТАРЫХ ТИПОВЫХ СЕРИЙ****Д.П. БЕГУНОВА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Д.Д. ЖУКОВ)*

Представлены результаты начального этапа исследования, посвященного разработке вариантов оптимальной световой интерьерной среды в квартирах многоэтажных крупнопанельных зданий старых типовых серий на примере здания серии М111-90 постройки 1987 года. При этом приоритетным рассматривается естественное освещение, уровень и качество которого в жилых зданиях зачастую не являются оптимальными.

Свет играет одну из главных художественных и функциональных ролей при создании практически любого интерьера.

Цель настоящего исследования, начальная часть которого была представлена на студенческих научных конференциях в Институте современных знаний (г. Минск) и Полоцком государственном университете, заключается в разработке вариантов оптимальной световой интерьерной среды в квартирах многоэтажных крупнопанельных зданий старых типовых серий на примере здания серии М111-90 постройки 1987 года за счет в первую очередь повышения уровня и качества естественной освещенности помещений данных квартир.

Существует два типа освещения: естественное и искусственное.

Естественное освещение является результатом природных процессов и зависит от географических данных местности, времени года, времени суток и состояния атмосферы.

Естественное освещение необходимо человеку, но в наше время существует потребность и в иных источниках света, для того чтобы обеспечить человеку комфортное существование. Поэтому естественное освещение оптимальным образом должно дополняться искусственным.

Освещение способно задавать «настроение» интерьеру или, иными словами, создавать желательную эмоциональную атмосферу предметно-пространственной среды.

Свет неразрывно связан с одним из наиболее важных свойств предметов – цветом. Цвет способен изменять свои качества в зависимости от того, насколько яркий в помещении свет и какова его температура.

Согласно Международной системе единиц (СИ), единицей измерения освещенности является люкс (лк), единицей измерения светового потока – люмен (лм).

Помимо освещенности, означающей количество света, испускаемого источником, существует понятие светимости. Светимостью называется процесс, при котором свет отражается, поглощается или проходит через освещаемый объект. Родственным понятием светимости является отраженная блескость. Она возникает в результате наличия внутри поля зрения отражающих ярких поверхностей.

Требования к естественному освещению помещений:

1. Равномерность;
2. Обеспечение требуемой освещенности рабочих поверхностей;
3. Устранение направленного слепящего прямого и отраженного солнечного света;
4. Обеспечение необходимой яркости окружающего пространства за счет достаточного уровня освещенности и цветовой отделки поверхностей интерьера;

Различают следующие виды естественного освещения:

1. Боковое одностороннее – через световые проемы, расположенные в одной из наружных стен помещения;
2. Боковое – через световые проемы, расположенные в двух противоположных наружных стенах помещения;
3. Верхнее – через фонари, а также световые проемы в стенах в местах перепада высот здания;
4. Комбинированное – через световые проемы для верхнего и бокового освещения.

Коэффициент естественной освещенности (сокращенно КЕО) – это параметр, характеризующий количество естественного света, поступающего в помещение [1]. Нормируемые значения КЕО в помещении выбираются в зависимости от двух факторов: от сложности зрительной работы и от системы естественного освещения [2, с. 100].

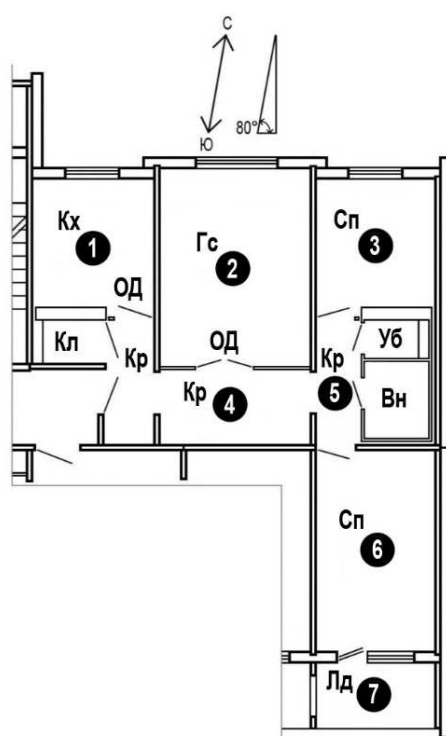
Для измерения КЕО необходимо выполнять замеры одновременно на улице и внутри помещения. Для обеспечения достаточной точности измерений используемый прибор должен быть откалиброван и, если необходимо, синхронизирован с другими устройствами.

Для определения освещенности используется такой прибор, как люксметр. Ознакомиться с принципом его действия можно при помощи смартфона. Приложение для смартфона, выполняющее функцию люксметра, устанавливают из Play Маркета или App Store – магазина приложений от Google и Apple соответственно. Для более точных измерений прибор требуется настроить.

Естественное освещение создается такими световыми проемами, как окна, балконные двери и витражи, а также потолком, стенами, полом и другими составляющими помещения в качестве светоотражающих поверхностей. Благодаря отражению света от различных поверхностей в интерьере создается диффузное распределение света в помещении.

В Беларуси в 1980–1990-е годы построено большое количество жилых многоэтажных крупнопанельных зданий серии М111-90. Проблема квартир и, в частности, помещений зданий этой серии заключается в явно недостаточном уровне естественной освещенности, даже если сравнивать его с нормативными показателями.

Для повышения уровня естественной освещенности коридоров в квартирах домов рассматриваемой серии предусмотрены двери, ведущие в кухню и гостиную. Их расположение показано на рисунке 1.



**Рисунок 1. – Схема плана 3-комнатной квартиры здания серии М111-90:
Вн – ванная; Гс – гостиная; Кл – кладовая; Кр – коридор; Кх – кухня; Лд – лоджия;
ОД – остекленная дверь; Уб – уборная; 1–7 – места измерения освещенности**

При помощи приложения Smart Luxmeter ver. 1.0.0, установленного из Play Маркета на смартфон Xiaomi Redmi 4X, были произведены замеры естественной освещенности в помещениях торцевой квартиры, располагающейся на 9-м этаже 12-этажного дома серии М111-90 постройки 1987 года в г. Минске (рис. 1). Измерения уровня освещенности производились трижды:

1-е измерение: с 12:01 по 12:10 12 сентября 2019 года в условиях солнечного сияния. В скобках указаны значения освещенности при закрытых дверях;

2-е измерение: с 18:20 по 18:26 12 сентября 2019 года в условиях солнечного сияния;

3-е измерение: с 16:25 по 16:30 13 сентября 2019 года в условиях пасмурной погоды.

В трех указанных случаях все внутренние двери были распахнуты, а шторы – раздвинуты, почти полностью открывая световые проемы.

В ходе измерений, которые производились в геометрическом центре помещений (рис. 1), элементы, затеняющие квартиру снаружи, отсутствовали. Полученные значения освещенности представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Результаты измерения освещенности

Место измерений	Название помещения	Освещенность, лк		
		1-е измерение	2-е измерение	3-е измерение
1	Кухня	56	12	16
2	Гостиная	56	12	12
3	Спальня	62	16	16
4	Коридор	4 (2)	0	0
5	Коридор	8 (0)	4	4
6	Спальня	72	8	8
7	Лоджия	1530	276	388

Очевидно, что средняя часть квартиры – коридоры получают слишком мало естественного света. Если также учесть, что боковое освещение комнат означает резкое снижение освещенности по мере удаления от стеновых светопроемов, можно сделать вывод о том, что рассматриваемая и подобные по освещенности квартиры осуждаются в значительном улучшении их световой среды. Причем подобное улучшение возможно осуществлять в рамках общей реконструкции или даже капитального ремонта рассматриваемых зданий.

Выделяют традиционные и инновационные методы улучшения световой среды помещений.

К традиционным относятся: отделка помещений изнутри соответствующими материалами определенных цветов, влияющих на способность света отражаться и равномерно рассеиваться по помещению; отделка соседних зданий в случае затенения ими рассматриваемого; уменьшение количества балконов или их исключение; расширение оконных проемов с учетом климатических характеристик местности.

С точки зрения теплопотерь рекомендуется проектировать окна в каждом жилом помещении с минимальными значениями КЕО [3]. Однако даже такого рода подход способен дезориентировать строительство:

- пришлось бы переоснащать заводы для производства большей номенклатуры стеновых панелей;
- потребовалось бы нереальное увеличение числа типоразмеров окон;
- нарушился бы архитектурный строй фасадов домов из-за окон разной величины.

К инновационным методам улучшения световой среды можно отнести применение световых экранов, размещаемых на ближайших к рассматриваемому зданию объектах, рефлекторных систем, световых колодцев и световодов.

Рефлекторную систему, работающую подобно световому экрану, устанавливают с наружной стороны окна так, чтобы свет отражался от поверхности рефлектора, попадал на потолок и равномерно рассеивался по помещению.

Световые колодцы являются разновидностью световодов. Световой колодец подобен перископу, он имеет рефлекторную внутреннюю поверхность (оптоволоконную например) и передает естественный свет в помещение чаще всего через покрытие и перекрытие или перекрытия.

В настоящей работе подлежат первоочередному рассмотрению плоские клиновидные световоды и голографические оптические элементы, с помощью которых можно подавать свет в глубину помещений и квартир, имеющих небольшое расстояние от пола до потолка [4, с. 169]. При этом в представленную на рис. 1 квартиру естественный свет с помощью названного световода может подаваться, помимо прочего, через торцевую наружную стену и ванную комнату.

Заключение. Световой комфорт создается в результате оптимального подбора сценариев освещения в интерьере. При этом очень важной составляющей указанного комфорта является естественное освещение, уровень и качество которого в жилых зданиях зачастую не являются оптимальными. Значит, следует искать пути решения данной проблемы, в том числе для случая квартир крупнопанельных зданий старых типовых серий. Что касается настоящего исследования, то уже его начальный этап показывает реальность достижения оптимальной световой интерьерной среды в зданиях серии М111-90 постройки 1987 года с помощью, в частности, плоских световодов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ЭкоСфера [Электронный ресурс] / Коэффициент естественной освещенности – Режим доступа: <http://ekosf.ru/poleznoe-alias/articles/534-izmerenie-keo-ekolajt-0> – Дата доступа: 05.02.2019.
2. Лицкевич В.К. Архитектурная физика: Учебное пособие для вузов: Спец. «Архитектура» /В. К. Лицкевич, Л.И. Макриненко, И.В. Мигалина и др.; Под ред. Н.В. Оболенского. – М.: Архитектура-С, 2007. – 448 с.
3. Лицкевич В. К. Жилище и климат. – М.: Стройиздат, 1984. – 228 с.
4. Соловьев А.К. Физика среды. Учебник / А.К. Соловьев. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 344 с.

УДК 69.05

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

А.В. РИМОВИЧ, И.В. БОРОДЕЙКО
(Представлено: *Е.Ю. ОРЛОВСКАЯ*)

Изучены основные направления реконструкции промышленных зданий в зависимости от их функционального назначения после реконструкции. Представлены примеры реализации этих направлений, рассмотренные на опыте практики реконструкции зарубежных стран.

Введение. Промышленное производство играет важную роль в жизни современного общества. Однако, существует проблема интеграции тех промышленных объектов, которые по тем или иным причинам утратили свою производственную составляющую. Объект, с прилегающей к нему территорией, может быть заброшен, выглядеть эстетически не привлекательно, представлять угрозу для жизни человека. Всё это указывает на необходимость преобразования данных объектов в качественную для города и человека среду.

Сохранение заброшенных промышленных зданий, с их дальнейшим преобразованием, стремительно набирает обороты, т.к. объекты данного типа обладают огромным потенциалом для дальнейшего использования. Зачастую, преобразование пустующего промышленного объекта экономически целесообразнее сноса и возведения нового объекта. Особый вопрос для сохранения объектов данного типа ставится, если сам объект несет в себе историческую ценность.

Основная часть. В зависимости от функционального назначения промышленного здания после реконструкции можно выделить следующие направления его преобразования (рис. 1) [1], [2]:

- с полным сохранением функционального назначения;
- с частичным изменением функционального назначения;
- с полным изменением функционального назначения.



Рисунок 1. – Направления реконструкции промышленных зданий

Данные направления можно рассмотреть на примерах реконструкции следующих производственных зданий: текстильная фабрика «CARCEMAL» в г. Барселона (Португалия), печатная фабрика в г. Пекин (КНР) и ферма в г. Лещно (Польша).

При реконструкции текстильной фабрики «CARCEMAL», построенной в 1995 году в Португалии (рис. 2) функциональный профиль здания был полностью сохранён. В 2012 году компания приняла решение о необходимости обновить рабочее пространство, которое не менялось с момента постройки здания. Выполнить модернизацию данного объекта взялось архитектурное бюро «Proj3ct». Реконструкция была проведена с целью – создать штаб-квартиру, которая будет соответствовала имиджу бренда

компании. Современные офисы запроектированы так, чтобы объединять сотрудников разных отделов и создавать благоприятные условия труда. Обновление заняло четыре года с 2012 по 2016 гг. и проводилось без остановки производства.



Рисунок 2. – Текстильная фабрика «CARCEMAL» в г. Барселона, Португалия. Вид после реконструкции

Планировочное решение объекта было сохранено, что нельзя сказать про фасады, которые заметно преобразились благодаря использованию лёгких перфорированных навесных панелей, установленных на существующий фасад.

За проделанную работу, в 2016 году, штаб-квартира фабрики получила награду от строительного журнала «Jornal Constuir» и Revista Anteprojectos [3].

При реконструкции печатной фабрики (рис. 3), построенной в 1960-х годах в Пекине, функциональный профиль здания, как и его планировочная структура, были частично изменены. Реконструкция выполнялась архитектурным бюро «Original Architect», главной целью которого стало окраска исторической эмоциональной составляющей здания и его интегрирование в окружающую застройку. Было организовано внутреннее дворовое пространство, с расположенным в его центре крытым театром, а также устроены разноуровневые переходы, ведущие на эксплуатируемую кровлю с садом. Изолированные от человека части эксплуатируемой крыши здания стали зонами для прогулок, организуя систему висячих садов, способствующих единению с природой.



Рисунок 3. – Фабрика печати в Пекине, КНР. Вид до и после реконструкции

Существующая текстура наружных стен была сохранена. Старые кирпичные стены разных возрастов с шероховатостями и отметками, железобетонные стены, с литьем, стальные балки, стекло, все эти материалы разных эпох сочетаются друг с другом, сохраняя историческую аутентичность здания [4].

При реконструкции фермы (рис. 4), построенной в 19 веке в г. Лешно, функциональный профиль зданий старой конюшни и зернохранилища был полностью изменён. Реконструкция выполнялась бюро NA NO WO design group в период с 2015 по 2016 г.



Рисунок 4. – Реконструкция зданий фермы под центр для пожилых людей в Лещно, Польша. Вид до и после реконструкции

В результате реконструкции планировочное решение зданий было существенно изменено. Здание старой конюшни трансформировалось в современный общественный центр с жильём для пожилых людей. В структуре нового объекта предусматривались такие объекты как гостиница, ресепшн, ресторан с уличным кафе, зал для массовых мероприятий и небольшая капелла. В здании бывшего зернохранилища расположились медицинский центр, центр реабилитации и спортивные залы, включая зал для йоги. Оба объекта были надстроены на этаж. В здании конюшни, также появился подземный этаж.

Существующая текстура здания конюшни была сохранена, в то время как текстура здания зернохранилища претерпела существенные изменения: существующая часть фасада оштукатурена и окрашена, а надстроенная украшена современными конструкциями из перфорированного металла [5].

Выводы. Проанализировав опыт реконструкции промышленных объектов в зарубежных странах, можно отметить, что вопрос реконструкции промышленных объектов актуален и важен в современной градостроительной политике. На данном этапе развития технологий имеется большое количество методов по реабилитации промышленных объектов, когда-то утративших свою производительность. Что, в свою очередь, даёт огромный выбор вариантов, как обыграть данный объект для его интеграции в развивающийся город и сделать его удобным для людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шейн, В.В. Обзор существующих подходов к архитектурной реконструкции промышленных зданий [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2017. – №4. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-suschestvuyuschih-podhodov-k-arhitekturnoy-rekonstruktsii-promyshlennyh-zdaniy>–Дата доступа: 29.09.2019
2. Иевлева, О.Т., Шейн В.В. Этапы формирования и современные тенденции проектирования и реконструкции промышленных зданий [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. – 2017. – №2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/etapy-formirovaniya-i-sovremennye-tendentsii-proektirovaniya-i-rekonstruktsii-promyshlennyh-zdaniy>–Дата доступа: 29.09.2019
3. Carcemal headquarters [Electronic resource] – Mode of access: <http://www.creativebuilding.eu/Carcemal> – Date of access: 29.09.2019
4. Refurbishment of the Offset Printing Factory / Origin Architect [Electronic resource] – Mode of access : https://www.archdaily.com/511311/refurbishment-of-the-offset-printing-factory-origin-architect?ad_source=search&ad_medium=search_result_all – Date of access: 29.09.2019
5. Центр для пожилых людей в Лещно, Польша [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.redeveloper.ru/redeveloperskie-proekty/realise_actual/tsentr-dlya-pozhilykh-lyudey-v-leshchno-polsha/–Дата доступа: 29.09.2019

УДК 72(091) (476)

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**И.В. БОРОДЕЙКО, А.В. РИМОВИЧ****(Представлено: Е.Ю. ОРЛОВСКАЯ)**

В статье приведены сведения о истории формирования промышленной архитектуры на территории Республики Беларусь. Рассматриваются этапы её формирования, определено какие исторические события этому предшествовали. Изучено, как изменялась архитектура промышленных зданий, как решалось их планировочное, конструктивное решение и образ.

Введение. Архитектура промышленных зданий несёт в себе отражение исторического периода, в который оно было построено. Это отражалось в особенностях стилистически фасадов, их планировочного и конструктивного решения, применяемых материалах и технологического процесса. Однако, условия формирования промышленной архитектуры, были, в первую очередь, продиктованы типом производства, художественными и эстетическими потребностями, сформировавшимися в данный исторический период.

Цель статьи – изучить, как проходило становление и развитие промышленной архитектуры на территории современной Республики Беларусь; определить как на эти процессы влияли важные исторические события.

Основная часть. Развитие промышленной архитектуры в мировой практике началось в 18 веке. На территории белорусских земель этот период наступил значительно позже. Развитие мануфактурного строительства продолжалось вплоть до середины 19 века, это было обусловлено существованием крепостного права [1].

Большее распространение объекты промышленной архитектуры получили в конце 19 - нач. 20 века. Являлись точкой притяжения населения к местам приложения труда и представляли собой промышленное поселение – вид территориального образования существующего на промышленной основе, характеризующееся наличием внутренней связи промышленной и жилых зон.

В истории развития промышленной архитектуры, происходили три скачка:

- первый скачок 1790–1840-е гг;
- второй скачок 1900–1920-е гг;
- третий скачок начался в 1980-е гг. [2].

Если говорить об истории, в период 1800–1960-е гг эволюция промышленной архитектуры проходила под влиянием серьезных мировых исторических процессов. Наиболее ярко на формировании архитектуры промышленности отразились следующие события: присоединение белорусских земель в состав Российской империи (1795 г.); отмена крепостного права (1861 г.); революция 1917 г.

В период первого скачка сформировались новые типы промышленных объектов – многоэтажные с ярусным построением и одноэтажные, решённые в одном уровне. Многоэтажные объекты стали составлять 80% всех производственных зданий. «Промышленный объект рассматривался как объём для механизмов» [2].

В период с 1914 по 1921 гг. территория Беларуси находилась в зоне военных действий. Большая часть городов, деревень, а соответственно и промышленных объектов были разрушены. Все это отрицательно отразилось на социальном и экономическом положении людей а, так же, привело к упадку архитектурного облика страны. Однако, после революции 1917 г., были созданы новые социальные условия для развития архитектуры и градостроительства. Был положен курс на создание архитектуры, которая создавала наилучшие условия для работы, отдыха и жизни людей [3] [4].

Особое внимание требовалось обратить на сильно пострадавшие после войны промышленные здания. Большая часть предприятий на территории Беларуси были разграблены, а другая часть вынуждена была закрыться из-за нехватки сырья [3] [4].

Полная реабилитация промышленных объектов началась лишь в начале 1920-х гг. Однако, государственные вложения были слишком малы, чтобы развернуть масштабное строительство. С окончанием гражданской войны все силы были положены на усиление экономики республики. В первую очередь большое внимание было отдано восстановлению энергетики, железнодорожному транспорту и производству продуктов питания [3] [4].

Были восстановлены такие предприятия, как металлообрабатывающий завод «Энергия» в г. Минске (рис. 1), стекольный завод «Старэва» в Бобруйском уезде, бумажная фабрика «Папирус» в г. Борисове.

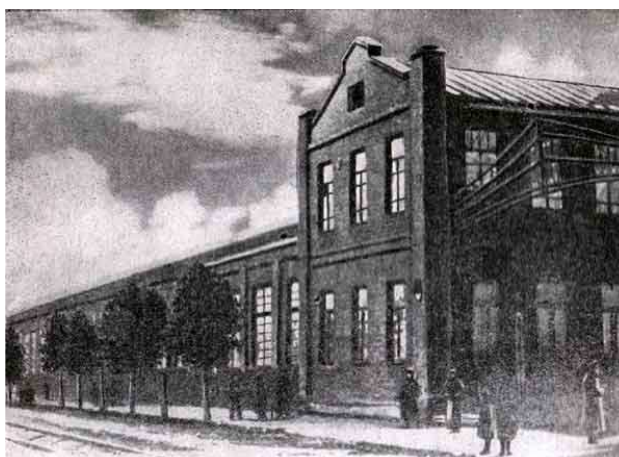


Рисунок 1. – Металлообрабатывающий завод «Энергия» в г. Минск

Середину 20-х годов можно назвать отправной точкой в развитии промышленности. Декабрьский 16 съезд ВКП(б) 1925 г. направил силу на индустриализацию, что создало благоприятные условия для возобновления тяжелой промышленности. В Беларуси строятся новые предприятия. В тоже время расширяются и обновляются существующие. Особенно широко развернулось строительство промышленных объектов в годы первых двух пятилеток [3] [4].

В это время строятся новые предприятия, такие, как завод сельскохозяйственных машин в г. Гомеле, деревообрабатывающие комбинаты в г. Гомеле и г. Бобруйске.

Сами сооружения представляли собой кирпичное здание с железобетонными или металлическими колоннами перекрытые металлическими формами. Фасад здания был без излишеств, так как большое внимание уделяли конструктивно-функциональной целесообразности [3] [5].

Именно в промышленной архитектуре в первую очередь использовались инновационные приемы того времени. Архитектура конструктивизма находила свое отражение почти в каждом промышленном здании. Именно из конструктивизма промышленной архитектуры были переняты такие приемы, как использование железобетонного каркаса [3] [5].

В первой пятилетке промышленные предприятия выступают в качестве центра притяжения научной и строительной мысли, творческого ориентира лучших архитекторов эпохи, но не как не в качестве самостоятельного объекта. Многие белорусские предприятия вполне могут рассматриваться в качестве полноценного архитектурного произведения. С 1930-ых на территории Беларуси осталось немало свидетельств масштабной индустриализации [6].

Значимой постройкой в белорусской промышленности считается электростанция БелГРЭС в Осинстрое (ныне Ореховск) (рис. 2).

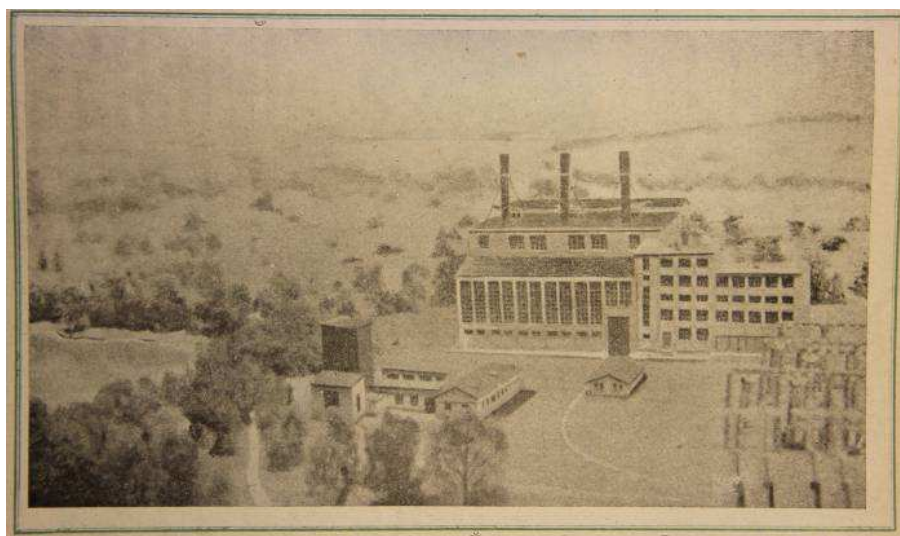


Рисунок 2. – Электростанция БелГРЭС в г. Осинстрое

Для промышленной архитектуры 1920-х–1930-х гг. было характерно использование железобетонных и металлических конструкций. Толщина ограждающих стен была уменьшена до 51 см. Фасад зданий стал проще, без применения декоративной кладки, пилястр, сложных карнизов. Обустройство металлических переплетов в световых проемах и фонарях позволило значительно увеличить освещенность производственных помещений. Архитектурный облик промышленных зданий с каждым годом становилось все более четким и лаконичным. Внедрение каркасных конструкций предопределило переход объемно-пространственной композиции и фасадов зданий к простым геометрическим формам [5].

Изменение и усовершенствование производственных технологий неизбежно ведут к модернизации и реконструктивным мероприятиям зданий и сооружений. А попытка сохранить исходный облик промышленных предприятий противоречила бы прогрессу и принципам процветания производства [3] [7].

Впервые годы после Гражданской войны возникают задачи, которые нужно решать. Народное хозяйство БССР начинают восстанавливать и развивать промышленные предприятия, учреждения быта и культуры. Однако у БССР отсутствовала своя стилистика и архитектурная школа, что способствовало распространению авангардных архитектурных поисков характерных для РСФСР на территории БССР [4].

Архитекторы работали над многочисленными проектами восстановления и строительства сооружений различного назначения. Они искали свежие решения. Грандиозные жизнеутверждающие планы советских архитекторов были направлены на создание коммунистических городов будущего.

Война 1941–1945 гг. нанесла громадный ущерб Беларуси. Особенно тяжелым было разорение промышленности и энергетической базы. После освобождения территории Беларуси от немецко-фашистских захватчиков перед трудящимися стали большие и довольно сложные задачи. Необходимо было в кратчайший срок ликвидировать последствия войны, восстановить и обеспечить дальнейшее развитие народного хозяйства республики, поднять уровень материального благосостояния и культуры народа [4]. Подготовка к восстановительным работам началась задолго до окончания войны. Еще в начале 1942 г. при СНК БССР были созданы различные подготовительные группы, в том числе и архитектурно-строительная. Не остались в стороне и другие республики – СССР. Благодаря ему БССР получила 37 металлообрабатывающих заводов, 13 деревообрабатывающих заводов, полные комплекты оборудования для стекольных заводов в Витебске, Гомеле и Минске [3] [7].

В 1945–1950 гг. художественный образ в архитектуре становится значительно богаче благодаря активному использованию архитектурно-декоративной пластики из металла, монолитных чугунных вставок, лепнины. Именно художественные акценты из металла придали послевоенным постройкам новые декоративные возможности и выразительные эстетические качества, значительно увеличили эмоциональное восприятие архитектурного образа [7].

С середины 1950-х гг. советская архитектура вступила в важный и интенсивный период своего развития. К этому времени Белорусская ССР превратилась в крупный экономический район, играющий значительную роль в общесоюзном производстве продукции промышленности и сельского хозяйства, причем этот процесс отличался постоянно возрастающими темпами. Для республики было характерно опережающее развитие таких определяющих техникой прогресс и эффективность народного хозяйства отраслей, как машиностроение, электроэнергетика, химия и нефтехимия. Быстрое развитие промышленности, сельского хозяйства, науки и культуры обусловило широкий фронт архитектурно-строительной деятельности и потребовало коренной её перестройки [5].

Таким образом, фабрики и заводы в послевоенное время, возводятся на более высоком качественном уровне не только в техническом отношении, но и в вопросах рациональной организации производственного процесса и наилучших условий труда. Это период, когда внедряются в строительство сборный железобетон и создаются предпосылки для перехода к индустриальным методам строительства [5].

В 1970-е гг. происходил быстрый рост тяжелой промышленности, который все больше превращался в отрасль производства по обслуживанию военно-промышленного комплекса оборонной промышленности, что стояла на первом месте [7].

В эти годы были построены Белорусский шинный комбинат и г. Бобруйске, Белорусский металлургический завод в г. Жлобине, минский тракторный завод, Белавтомаз.

В 1980-1990 строительство промышленных учреждений велось преимущественно по типовым проектам. Выразительность зданию придавали архитектурные элементы, такие как балконы, лоджии, парапеты и отделка панелей. В отделке также использовались витражи и мозаики [7].

Вывод. Суровые условия положения Беларуси повлияли на формирование архитектуры, в том числе индустриальной. В условиях войн и революций было утрачено большое количество промышленных зданий и сооружений. Поэтому, в послевоенные годы, был сделан упор на восстановление промышленности а, как следствие, и самой промышленной архитектуры.

Оптимистический курс, взятый на восстановление промышленности, в послевоенные годы, повлиял на уровень развития промышленности и качество возводимых зданий. С помощью внедрения новых конструктивных элементов и материалов были улучшены условия труда и организация производственного процесса. Сама архитектура промышленных зданий, основываясь на опыте прошлых лет, возводилась с большим размахом, удовлетворяя потребности послевоенных лет и смело глядя в будущее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морозова, Е.Б. Промышленная архитектура Беларуси: становление и развитие / Е.Б. Морозова // Техническое нормирование, стандартизация и сертификация в строительстве, 2008. – № 3. Ч.1. – 199–204 с.
2. Морозова, Е.Б. Промышленная архитектура во времени и пространстве [Электронный ресурс] / Е.Б. Морозова // Архитектура и строительство. – 2010. – №7. – Режим доступа: <https://ais.by/story/12128>. – Дата доступа: 29.09.2019
3. Развитие промышленной архитектуры БССР в 1920-1980 гг. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=908785#_Тoc503522771 – Дата доступа: 29.09.2019
4. Воинов, А.А. История архитектуры Беларуси / А.А. Воинов. – Минск: Вышэйшая школа, 1987. – 293 с.
5. Аникин, В.И., Шпит, Ю.В., Архитектура Советской Беларуси / В.И. Аникин, Ю.В. Шпит – Москва: Стройиздат, 1973. – 319 с.
6. Гуляницкий, Н.Ф. Архитектура гражданских и промышленных зданий в 5-ти томах. Том I. История архитектуры / Н.Ф. Гуляницкий. – М.: Стройиздат, 1984. – 334 с.
7. Кацер, М.С. Белорусская архитектура. Исторический очерк / М.С. Кацер. – Минск: Госиздат БССР, 1956. – 120 с.

УДК 624.01

**ВИДЫ ОТДЕЛКИ ФАСАДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ****И.В. БОРОДЕЙКО, А.В. РИМОВИЧ**
(Представлено: ОРЛОВСКАЯ Е.Ю.)

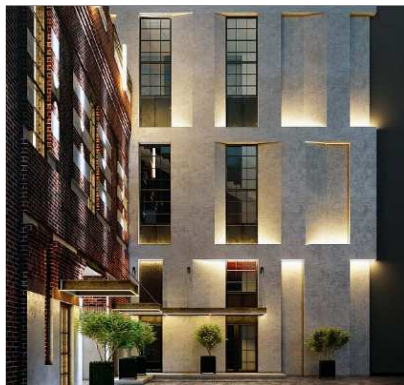
В ходе анализа реализованных и концептуальных проектов реконструкции фасадов промышленных зданий, выполненных в отечественной и зарубежной практике, выявлены наиболее актуальные и часто применяемые виды их отделки.

Введение. Архитектура производственных зданий играет важную роль в формировании представлений об образе городов. Промышленные здания могут представлять собой памятник архитектуры, памятник исторической эпохи, а могут не обладать никакой художественной или эстетической ценностью. Фасад – это архитектурно-стилевой элемент здания, на который в первую очередь обращается внимание. Здесь важной задачей становится создать эстетичный образ здания, в соответствии с функциональным назначением здания.

В большинстве случаев, композиция фасадов промышленных зданий подвергается критике. Это обусловлено технологией возведения наружной ограждающей конструкции, представляющей собой стены из крупноразмерных горизонтальных железобетонных панелей заводского изготовления и скрытый каркас. Ограниченная номенклатура панелей и однотипность отделки их лицевой поверхности, приводят к однотипности фасадов, которые могут быть разбавлены отдельными оконными проёмами или ленточным остеклением. Такие фасады не выразительны, обладают низкими художественными и эстетическими качествами.

Основная часть. Повысить привлекательность фасада промышленного здания, без изменения его внешнего объёма, можно путём использования *традиционных* и *современных* строительных материалов.

Оштукатуривание самый распространённый вид наружной отделки фасада промышленного здания при его реконструкции. При этом, цветовое решение здания может быть сохранено полностью, частично, или изменено. При реконструкции группы зданий издательства «Молот», проводимой в 2018 году в городе Ростов-на-Дону, цветовое решение фасада, выполненного в советско-индустриальном стиле, было частично изменено с белого и красного на белый с использованием облицовочного кирпича, берюзовых фальцевых и чёрных сэндвич панелей (рис. 1) [1].



**Рисунок 1. – Оштукатуривание фасадов зданий издательства «Молот»
в г. Ростов-на-Дону, Россия (арх. А. Дойницын)**

Облицовка фасадов осуществляется природным и искусственным камнем, кирпичом, металлическими листами и др. материалами. Особенно актуально применение этих материалов при изменении профиля промышленного объекта на жилой или общественный. Природный и искусственный камень используется для выделения нижней части здания и его фрагментов. Кирпич, как правило, применяется по всему фасаду, но может выделять отдельные его части.

При реконструкции машиностроительного завода «Рассвет», построенного в конце 20-го века в г. Москва, необходимо было превратить бывший панельный заводской корпус в здание с апартаментами. Перед архитекторами стояли задачи: вписать существующий громоздкий бетонный объём в окружающую историческую застройку и создать образ соответствующий жилому зданию. При решении этих задач, важную роль сыграла отделка фасадов. Были использованы: кирпич терракотовых оттенков, фальцевые панели (рис. 2) [2].



Рисунок 2. – Облицовка фасада здания бывшего завода «Рассвет» кирпичом, г. Москва, Россия (арх. Д. Лоренц, Н. Сидорова, К. Ходнев.)

Перфорированные металлические листы применялись при реконструкции фасада здания электростанции, построенной в г. Мадриде в 1900-х годах. Реконструкция проходила с изменением функционального назначения объекта на общественное. Здание стало культурным центром, здесь запроектированы арт-галереи, кинозалы и помещения для конференций. В нижней части фасада здания сохранены существующие кирпичные стены. Верхняя часть фасада облицована перфорированными металлическими листами с ржавчиной (рис. 3). Также на фасаде использовано *вертикальное озеленение* [3].



Рисунок 3. – Облицовка фасада здания бывшей электростанции металлическими листами, г. Мадрид, Испания (арх. Ж. Херцог, П. де Мерон)

Декоративные и вентилируемые навесные панели, в настоящее время, считаются самым современным методом отделки наружных стен. В строительстве применяются фальцевые панели, окна-панели, титан-цинковые панели, сэндвич панели и др. материалы.

Фальцевые панели представляют собой материал – фальц, ранее используемый в качестве кровельного материала, но изготовленный по новой технологии. Такие панели были применены при реконструкции заброшенного завода в городе Миллерово (Россия) в 2015 году [4]. После реконструкции функциональное назначение здания и его фасад были полностью изменены. Серые бетонные стены стали облицованы состаренным кирпичом и купоросной медью, титан-цинковыми панелями, террасной доской, берюзовые фальцевыми панелями, черным декоративным камнем, алюминиевыми витражами (рис. 4).



Рисунок 4. – Отделка фасада здания бывшего завода навесными фальцевыми панелями в городе Миллерово, Россия (арх. А. Гарбузов, Л. Власова, Т. Арутюнян.)

Окна-панели из стекла были применены при реконструкции здания зернохранилища, построенного на набережной Кейптауна в 1920-х годах. В ходе реконструкции здание было трансформировано в Музей современного искусства Zeitz MOCAA. Нижняя часть фасада здания была сохранена в её первоначальном виде со следами от опалубки, верхняя пополнилась окнами-панелями, напоминающими своеобразные «плошки» из остекления, вставленные в существующую геометрию верхних этажей (рис. 5) [5].



Рисунок 5. – Отделка фасада здания бывшего зернового бункера окнами-панелями в г. Кейптаун, ЮАР (арх. Т. Хетервик)

Выводы. В настоящее время все чаще применяются передовые технологии и современные виды материалов. Наружная отделка выполняет одновременно декоративную функцию, а также защищает несущую конструкцию здания от неблагоприятных внешних воздействий; снижает количество выделяемого в атмосферу углекислого газа; повышает теплосбережение; сокращает расходы на обслуживание.

Анализ реализованных и концептуальных проектов реконструкции фасадов промышленных зданий, выполненных в отечественной и зарубежной практика, выявил следующие наиболее актуальные виды отделки:

- оштукатуривание,
- облицовка,
- навесные панели,
- «зелёные» фасады.

Выбор того или иного способа отделки зависит от ряда факторов, таких как: климатический район строительства, условия эксплуатации здания, время строительства и архитектурный стиль здания, сложившееся окружение, степень физического износа конструктивных элементов здания, творческая задумка архитектора, развитие технологий и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Реновация зданий издательства «Молот» под многофункциональный комплекс общественного назначения [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://new-rasa.ru/obshchestvennaya-arkhitektura/renovatsiya-zdaniy-izdatelstva-molot-pod-mnogofunktsionalnyy-kompleks-obshchestvennogo-paznacheniya/> – Дата доступа: 27.09.2019
2. Реновация заброшенной фабрики под частный жилой комплекс [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://new-rasa.ru/stroika/zhiloj-kompleks-renovatoin-vol-1/> – Дата доступа: 27.09.2019
3. Мадридский CaixaForum [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://archi.ru/press/world/6887/herzog-de-meuron> – Дата доступа: 27.09.2019
4. Машиностроительный завод «Рассвет» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://archi.ru/projects/russia/8848/klubnyi-kompleks-rassvet-loft*studio-korpus- – Дата доступа: 27.09.2019
5. Zeitz MOCAA [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://losko.ru/zeitz-mocaa-museum/> – Дата доступа: 27.09.2019

УДК 691.322.7

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ФИБРОБЕТОНОВ****А.В. БРИЛЬ***(Представлено: ХВАТЫНЕЦ В.А.)*

Аннотация. В статье рассматривается современный уровень развития строительного материала – фибробетон. Оценивается возможность применения стекловолоконной, полипропиленовой и базальтовой фибры. Приведены положительные характеристики фибробетонов. Описаны основные сферы применения дисперсно-армированных бетонов.

В последние годы, популярность в строительстве находит фибробетон. Однако, следует учитывать сложности при технологии получения фибробетона и его сферы применения. Для более ясного понимания вопроса требуется провести литературный анализ по имеющимся публикациям, и на основе полученных данных делать выводы о рациональности использования фибробетонов.

В ходе проведённого в работе [1] анализа, установлены два основных способа производства фибробетона. Первый способ заключается в добавлении фибры в сухую смесь состоящую из песка, цемента и щебня, такой способ более прост в применении и позволяет достичь более равномерного распределения волокон по телу бетона. Второй способ предусматривает введение фибры в раствор при его затворении, при этом зафиксированы наибольшие показатели значений прочностей, одна существует проблема смешивания, требующая на стройплощадке дополнительного оборудования. Так же, описывается широкое применение фибробетона в более чем ста странах мира, что обусловлено повышенными прочностными характеристиками получаемого материала, без значительного увеличения стоимости.

В работе [2] были выделены две основных области рационального использования фибробетонов – это монолитные конструкции и сборные элементы. К первой области автор относит: автомобильные дороги, перекладки покрытия, полы промышленных зданий, ирригационные каналы, мостовые настилы, водотбойные дамбы, оборонные сооружения, пространственные покрытия, емкости для жидкостей. Во вторую область включаются: железнодорожные шпалы, склепы, трубопроводы, ступени, балки, карнизные элементы мостов, стеновые панели, морские сооружения, плиты покрытий дорог и тротуаров, сваи, элементы пространственных покрытий, уличная фурнитура. Помимо этого, в статье выделяются основные действия для получения фибробетона с высокими эксплуатационными характеристиками. Первое, требуется добиться технологической сопоставимости фибры и бетонной матрицы. Далее, гарантировать коррозионную стойкость фибры и требуемую долговечность получаемого фибробетона. Создать наиболее прочное сцепление фибры в матрице, для большего проявления её прочностных характеристик. И последним шагом является выбрать подходящее сочетание агрегатного состояния, прочности и деформативности самой фибры.

Опанасенко Е.В. в работе [3], рассмотрел основные виды фибры, применяемой для дисперсного армирования бетона, это полипропиленовая фибра, стеклянная, стальная и базальтовая. Для каждого вида волокна дана краткая характеристика. Применение определённого вида фибры зависит от назначения и характера эксплуатации конструкции. Наряду с этим, показана и обоснована целесообразность фибрового армирования бетонов. Отмечено, что существующие методы расчёта недостаточно учитывают особенности работы бетонов с дисперсным армированием при различных воздействиях.

В статье Клюева С.В. [4], рассматривается возможность применения, как по отдельности, так и вместе, стальной и полипропиленовой фибры. Отмечается, что дисперсное армирование обеспечивает увеличение прочности сечений сжатых, растянутых и изгибаемых элементов конструкций, так же, увеличивает их трещиностойкость, ударную вязкость, термическое сопротивление и другие физико-механические показатели. Говорится о рациональности применения дисперсного армирования, приводящего к снижению материалоемкости конструкций, стоимости и трудоёмкости изготовления по сравнению с традиционными решениями. По полученным экспериментальным данным сделан вывод что высокоплотная упаковка компонентов смеси на основе композиционных вяжущих оказывает направленное воздействие на структурообразование сталефибробетона, позволяя повысить прочностные и деформационные характеристики. Рациональное применение заполнителя и стальной фибры, позволило получить фибробетон с пределом прочности на сжатие – 84.8 МПа, а при изгибе – 19.8 МПа. При комбинированном армировании стальной и полипропиленовой фибрами, разработали фибробетон с пределом прочности на сжатие – 82.8 МПа, при изгибе – 19.1 МПа. Следует отметить, что при незначительном отличии прочностных характеристик двух составов, фибробетон на основе комбинированного армирования по стоимости ниже на 25% по сравнению с составом на стальной фибре, за счёт снижения количества фибры.

В работе [5] исследование посвящено влиянию дозировки полипропиленовой фибры на прочность при изгибе и сжатии, консистенцию смеси и ударную прочность мелкозернистого бетона. По проделанным экспериментам установлено, что добавление фибры приводит к снижению подвижности смеси, при этом значительно

снижая водоотделение. Отмечено, что при неоднородном распределении волокон в теле бетона, замечено снижение прочностных характеристик. Исходя из этого, для повышения эффективности применения фибры необходимо применять технологические приёмы, обеспечивающие высокую однородность распределения добавки в материале. Однако, проведённые испытания показали, что дисперсное армирование повышает стойкость бетона к ударному воздействию даже при не достаточно качественном перемешивании.

В статье [6] рассматриваются вопросы применения полипропиленовых волокон для дисперсного армирования мелкозернистого бетона. Экспериментальным путём исследованы фибробетонные образцы на композитном вяжущем. По полученным в ходе исследования данным, автором установлен оптимальный процент введения полипропиленового волокна при дисперсном армировании мелкозернистого бетона, равный 4 кг/м^3 . Объяснением этого является то, что дальнейшее увеличение доли фибры в растворе даёт незначительный прирост эксплуатационных характеристик, а в ряде случаев приводит и к их снижению за счёт уменьшения толщины бетонного слоя, за счёт чего материал начинает расслаиваться.

В ходе проведённого в работе [7] анализа, установлено, что использование стеклянных и полипропиленовых волокон положительно влияет на прочностные характеристики и ударостойкость фибробетонов. Экспериментальным путём доказано, что добавление армирующих волокон в цементный композит даёт возможность изготовления на его основе малые архитектурные формы, тонкостенные конструкции, а так же элементы несъёмной опалубки, с повышенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками.

Новицкий А.Г. в работе [8] установлено, что изделия с дисперсным армированием базальтовым волокном характеризуются повышенной прочностью на изгиб, растяжение и срез. Помимо этого отмечается понижение водопоглощения, повышение морозостойкости, долговечности, сопротивления истираемости, трещиностокость и ударная прочность. В ходе эксперимента установлено, что применение базальтовой фибры приводит к увеличению марочной прочности бетона на 30%, сокращению времени первичного и окончательного твердения на 25%, снижению массы бетонных изделий. Выделены основные сферы применения фибробетонов с базальтовым волокном: гидротехнические сооружения, мосты, наливные промышленные полы, автотранспортные дороги с повышенной нагрузкой, атомные станции и хранилища радиоактивных отходов.

В работе [9] рассматривается возможность применения базальтовой фибры, в бетонах. Оцениваются получаемые положительные характеристики, за счёт дисперсного армирования. Обосновывается, что хемосорбционное взаимодействие цементной системы с аморфной базой базальтовой фибры образует на поверхности последней низоосновные гидросиликаты кальция, тем самым увеличивая прочностные показатели цементного камня.

Обзор литературных источников показал, что применение фибробетона рационально в обширном количестве сфер строительства. При дисперсном армировании следует точно соответствовать технологии производства фибробетона, в противном случае качество материала не будет соответствовать эксплуатационным требованиям. Если соблюдать все требования получения фибробетона, то в результате бетон повышает свои прочностные и эксплуатационные характеристики, и это приводит к снижению стоимости производимых работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федюрко Р.И. Перспектива фибробетона / Р.И. Федюрко // Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки». №2(18) 2018. – 21–24 с.
2. Чиннов А.А. Фибробетон и его особенности / А.А. Финнов, Е.А. Сычев // Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки». №15 2017. – 333–336 с.
3. Опанасенко Е.А. Виды фибрового армирования / Е.В. Опанасенко, А.А. Берестянская // Ресурсекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди. №30 2015. – 57–64 с.
4. Ключев С.В. К вопросу применения нескольких видов фибр для дисперсно-армированных бетонов / С.В. Ключев, В.С. Лесовик, Д.О. Бондаренко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. №4 2012. – 81–83 с.
5. Коровкин М.О. Исследование эффективности полимерной фибры в мелкозернистом бетоне / М.О. Коровкин, Н.А. Ерошкина, А.Р. Янбукова // Инженерный вестник Дона. №2 (45) 2017. – 12–18 с.
6. Ключев А.В. Мелкозернистый фибробетон армированный полипропиленовым волокном / А.В. Ключев, С.В. Ключев, А.В. Нетребенко, А.В. Дураченко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. №4 2014. – 67–72 с.
7. Довгань П.М. Влияние стеклянных и полипропиленовых волокон на пределы прочности и ударостойкость фибробетона / П.М. Довгань, А.Д. Довгань // Вестник ОДАБА. №38 2010. – 236–241 с.
8. Новицкий А.Г. Аспекты применения базальтовой фибры для армирования бетонов / А.Г. Новицкий, М.В. Ефремов // Строительные материалы, изделия для санитарной техники. №36 2010. – 22–26 с.
9. Васильевская Н.Г. Цементные композиции, дисперсно-армированные базальтовой фиброй / Н.Г. Васильевская, И.Г. Калугин, И.Г. Енджиевская // Вестник ТГАСУ. №3 2011. – 153–158 с.

УДК 620.91/98

**ДИЗАЙН-КОНЦЕПЦИЯ ДИРИЖАБЛЯ КАК МОБИЛЬНОЙ ТУРИСТИЧЕСКОЙ
ГОСТИНИЦЫ****Н.В. БРЫТИКОВ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Д.Д. ЖУКОВ)*

Представлены результаты начального этапа научно-ориентированной разработки дизайн-концепции дирижабля как мобильной туристической гостиницы. Подобного рода дирижабль призван быть целостным дизайн-продуктом: комфортабельным, красивым, надежным и энергоэффективным.

Одной из важнейших задач обеспечения устойчивого развития человеческой цивилизации является разработка и внедрение мер, которые позволяют эффективно использовать энергию. Причем в современном контексте энергосбережение на путях достижения все большей энергоэффективности означает одновременное повышение качества жизни в различных ее аспектах. В том числе и в самых, казалось бы, неожиданных и экзотических – например, в использовании дирижаблей как основных элементов продвинутой туристических систем. Именно этим воздушным судам, переживающим вторую молодость, и посвящено представленное в статье исследование или, точнее, его начальный этап [1].

В качестве объекта исследования выбран дирижабль как мобильное жилое здание гостиничного типа со специфическими интерьерами и инженерным оборудованием.

Далее объект исследования может именоваться следующим образом:

- 1) «дирижабль – туристическая гостиница» (версия 1);
- 2) «дирижабль-гостиница» (версия 2);
- 3) ТНА-дирижабль (версия 3; англ. – tourist hotel airship, ТНА)

Предмет исследования – дизайнерская гармонизация ТНА-дирижабля.

Цель исследования – разработка целостной дизайн-концепции ТНА-дирижабля, являющегося комфортным, энергоэффективным и экологически чистым, не наносящим ущерба окружающей среде, объектом.

Задачи исследования:

1. Анализ существующего опыта в дирижаблестроении и использовании дирижаблей в туристическом деле, в том числе как мобильных гостиниц;
2. Анализ существующего опыта в ветро- и гелиоэнергетике, адаптированных для крупных наземных, водных и воздушных транспортных средств, включая дирижабли;
3. Анализ экстерьерных и интерьерных решений крупных наземных, водных и воздушных транспортных средств, включая дирижабли;
4. Анализ типологического ряда и объемно-планировочных решений гостиниц, пригодных для реализации в адаптированном виде в ТНА-дирижаблях;
5. Разработка вариантов начальной дизайн-концепции ТНА-дирижабля, отражающих в основном его объемно-пространственные решения;
6. Разработка вариантов технической схемы ТНА-дирижабля;
7. Разработка вариантов функциональной схемы гостиничной части, или Н-части, ТНА-дирижабля;
8. Разработка вариантов интерьеров Н-части ТНА-дирижабля;
9. Подбор и дизайнерская адаптация инженерного оборудования, в том числе ветро- и гелиоэнергетических систем;
10. Определение ориентировочных технических, энергетических, экологических и экономических характеристик вариантов ТНА-дирижабля и соответствующих ему инфраструктурных и логистических компонентов общего дизайнерского комплекса.

К настоящему времени накоплен богатый опыт создания энергоэффективных и энергоактивных зданий. Применительно к ТНА-дирижаблю особого внимания заслуживают такие стационарные наземные объекты, как пассивные дома [2] и ветроздания [3, 4].

Особенностью пассивного дома как специфического типа энергоэффективных зданий является отсутствие необходимости в привычной, достаточно мощной, системе отопления ввиду исключительно малого энергопотребления за счет использования пассивных методов энергосбережения. В идеале пассивный дом может быть энергонезависимым, вообще не требующим расходов на поддержание комфортной температуры в помещениях. Значительную долю тепловой энергии пассивный дом получает в виде тепла, выделяемого бытовыми приборами и живущими в нем людьми и животными. Повышают обеспеченность энергией и энергоэффективность пассивных домов источники возобновляемой энергии – тепловые насосы, гелиоводонагреватели (солнечные коллекторы), солнечные фотоэлектрические модули и ветроэнергетические установки.

Сравнительно недавно стали разрабатываться наземные (воздушные) пассивные дома, которые призваны быть полностью автономными архитектурно-техническими объектами. Пример подобного рода разработок можно найти в России [5]. За основу российского проекта взят дирижабль, в который планируется установить доступные на данный момент технологии энергосбережения и систему «умный дом».

В настоящем исследовании рассматривается как ТНА-дирижабль сам по себе, так и вся система «ТНА-дирижабль и соответствующая инфраструктура». Одно из эскизных образных изображений ТНА-дирижабля представлено на рисунке 1.



Рисунок 1. – Общий вид ТНА-дирижабля (образное решение)

Данный дирижабль видится массивной с виду конструкцией плавных криволинейных очертаний. На рисунке 2 показана одна из схем общего архитектурно-технического решения.

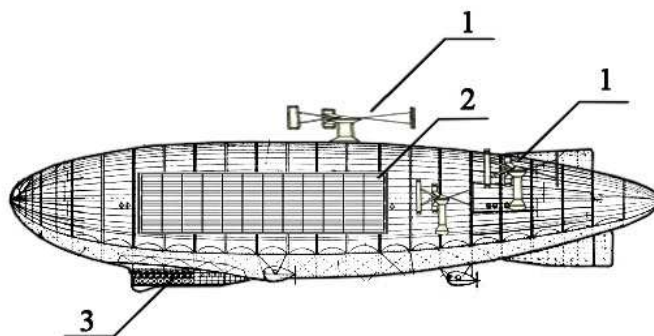


Рисунок 2. – Схема общего архитектурно-технического решения ТНА-дирижабля:
1 – вертикально-осевая ветроэнергетическая установка; 2 – солнечные фотоэлектрические модули и солнечные коллекторы; 3 – гондольная часть

Энерговооруженность находящегося выше туч и облаков дирижабля-гостиницы гораздо выше по сравнению с аналогичным по полезному объему и площади гостиничной части наземным объектом. На высоте и число часов солнечного сияния, и энергия ветра намного больше, чем у земли и на земле.

В качестве конструктивного прототипа дирижабля – туристической гостиницы выбран дирижабль жесткого типа «Гинденбург» в связи с его большей несущей способностью и надежностью по сравнению с дирижаблями нежесткой конструкции [1].

Для обеспечения экипажа и жильцов ТНА-дирижабля питьевой водой и продуктами питания, а также иных целей предлагается создать специальные посадочные базы. Они представляют собой специальные вышки или башни. Для поддержания полной (длительной) автономности ТНА-дирижабля в воздухе его внешнее обслуживание может производиться непосредственно в полетном режиме с помощью специальных дозаправочных дирижаблей.

Обеспечение ТНА-дирижабля горячей водой предполагается с помощью тепловых насосов и солнечных коллекторов, расположенных на его корпусе. Электроэнергию будут генерировать либо одна крупная ветроэнергетическая установка, либо две или три сравнительно небольших. При этом предполагается использовать их вертикально-осевые версии с геликоидными лопастями и пространственными

концентраторами ветрового потока [3].

Что касается канализации, лучше всего для ТНА-дирижабля подходит система канализации замкнутого типа, работающая по принципу рециркуляции жидкости. Эта жидкость первоначально берется из специального резервуара, который заполняется перед вылетом. В полете канализационная жидкость фильтруется, а отфильтрованная жидкость используется для повторного использования – например, для смыва унитазов. При этом в резервуар добавляются вещества для обеззараживания и дезодорирования жидкости. После дозаправки ТНА-дирижабля все нечистоты, как отфильтрованные, так и жидкие, с отсасываются в специальный бак дирижабля-дозаправщика и вывозятся. При необходимости тот же дозаправщик запрашивает резервуар ТНА-дирижабля свежими химикатами через запорочный штуцер на панели обслуживания туалетов.

В гондольной части (Н-части) ТНА-дирижабля предусматривается смотровая площадка. ТНА-дирижабль обязательно должен быть оснащен системой «умный дом». Мебель и интерьерное оборудование будет представлено в виде модульных конструкций. Некоторые из них, для экономии места и создания большего пространства, предполагается прятать в стенах и вызывать либо по сигналу пользователя, либо автоматически благодаря возможностям системы «умный дом». Элементы интерьера должны быть максимально вариативными.

Разрабатываемая дизайн-концепция дирижабля как мобильной туристической гостиницы способна подсказать, как возможно значительно усовершенствовать туристическое обслуживание в Беларуси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дирижабль // Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B6%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D1%8C>. – Дата доступа: 18.01.2019.
2. Жуков, Д.Д. Пассивные дома: развитие продолжается (Окончание) / Д.Д. Жуков // Главный инженер в строительстве. – 2018. – № 5 (65). – 34–41 с.
3. Жуков, Д. Ветрогенератор и дом как единое целое / Д. Жуков, А. Кучерявый, О. Николаева, Ю. Трофименко // Строительство и недвижимость [Электронный ресурс]. – 2011. – № 09. – Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/2011/09/10911.html>. – Дата доступа: 19.01.2019.
4. Жуков, Д.Д. Ветроустановки и здания / Д.Д. Жуков // Архитектура и строительство. – 2017. – № 5. – 64–67 с.
5. Демина, А. Жизнь в облаках / А. Демина // proural.info – Независимая уральская газета [Электронный ресурс]. – 15.04.2018. – Режим доступа: <https://www.proureal.info/details/zhizn-v-oblakakh-ufimets-stroit-dirizhabli-i-letayushchie-doma/>. – Дата доступа: 15.01.2019.

УДК 721.021.1

ОСНОВНЫЕ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ГОРОДСКИМ НАСЕЛЕНИЕМ ПРИ ПРЕОБРАЗОВАНИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ И ЖИЛЫХ ПРОСТРАНСТВ

А.В. КОРОТКАЯ

(Представлено: В.И. МАТВЕЙЧУК)

В данной статье рассмотрены основные методы и приемы привлечения городского населения при решении вопросов, касающихся преобразования как жилых, так и общественных пространств. Особое внимание уделено классификации существующих инструментов активизации, их достоинствам и недостаткам. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейших исследованиях в данной области.

На сегодняшний день создано много инструментов по активизации городского населения при проектировании, но, к сожалению, данные подходы либо не реализуются на практике либо применяются не эффективно. При проектировании и реализации развития городской среды рекомендуется создавать механизмы для обеспечения общественного участия различных заинтересованных в проекте сторон. Проектирование с участием общественности может осуществляться за счет механизмов соучаствующего проектирования. «Соучаствующее проектирование – это процесс проектирования с вовлечением жителей, местных сообществ, активистов, представителей административных структур, локального бизнеса, инвесторов, представителей экспертного сообщества и других заинтересованных в проекте сторон для совместного определения целей и задач развития территории, выявления истинных проблем и потребностей людей, совместного принятия решений, разрешения конфликтов и повышения эффективности проекта» [1].

В данный момент существует множество методов организации общественного участия при преобразовании общественных и жилых пространств, они выбираются исходя из специфики проектируемого объекта, вида требуемой информации, а также от этапа вовлечения. В Таблице 1 рассматриваются основные виды взаимодействия, а также их достоинства и недостатки.

Таблица 1. – Основные методы взаимодействия с населением, при преобразовании общественных и жилых пространств

Метод и краткое описание	Достоинства	Недостатки
1	2	3
1.Проведение фокус групп Данный метод представляет собой вовлечение респондентов в одном месте, взаимодействие участников. Особенностью является наличие модератора, который направляет течение групповой дискуссии в соответствии с целями, поставленными на предварительной стадии [2].	Большинство людей ощущает себя комфортно, будучи вовлеченными в дискуссию как часть группы. При правильном осуществлении метода появляются лучшие возможности для получения углубленной информации, чем при индивидуальных интервью.	Основным недостатком, исключая участие некоторых групп населения, являются большие затраты времени.
2.Работа с отдельными группами пользователей – этот способ включает работу представителя властей с отдельными группами людей как со схожим качественным составом, так и разноплановые по составу группы.	При правильном подходе позволяет получить качественные данные о желаниях и представлениях конечного пользователя.	Основным недостатком является отсутствие специально обученного человека, большие затраты времени, а также отсутствие продуманного сценария встречи.
3.Организация проектных семинаров представляет собой коллективную работу, направленную на анализ существующих проблем, выработку новых идей и проектов.	Позволяет вовлечь большое количество людей и получить всесторонние данные.	Основным недостатком являются большие затраты времени, а также невовлеченность разных слоев населения, отсутствие посредника – модератора.
4.Организация проектных мастерских (воркшопов). Воркшопы нацелены на создание комфортных условий взаимодействия, где каждый из участников активно участвует в процессе и предлагает свои решения.	Воркшопы отличаются своей практической направленностью. Может проводиться в виде школьных проектов (рисунки, сочинения, макеты и т.д.)	Основным недостатком являются большие затраты времени. В случае с детьми возможно слишком абстрактное представление за счет творческого подхода.
5.Проведение общественных обсуждений, проведение дизайн-игр со взрослыми и детьми	Нацеленность на разные группы населения, небольшие затраты времени, большая вовлеченность при проведении на территории жителей.	Отсутствие посредника – модератора. Длительная переработка полученных данных перед использованием.

Окончание таблицы 1.

1	2	3
6. Анкетирование – один из самых распространенных методов, процедура проведения опроса в письменной форме с помощью заранее подготовленных бланков. Анкеты самостоятельно заполняются респондентами.	Высокая оперативность получения информации, массовость, малая трудоемкость обработки результатов.	Отсутствие личного контакта, не всегда достоверная информация из-за различных факторов.
7. Опрос – метод сбора первичной информации, применяемый в социальных исследованиях. Опрос позволяет мысленно моделировать любые нужные экспериментатору ситуации.	Массовость опрашиваемых респондентов и достаточно быстрое получение больших объемов нужной информации.	Частое отсутствие заинтересованности у респондентов. Возможно влияние личности и поведения, опрашиваемого на ответы респондентов.
8. Интервьюирование – метод получения информации в ходе устного непосредственного общения. Предусматривает регистрацию и анализ ответов на вопросы, а также изучение особенностей невербального поведения опрашиваемых.	Предполагает предварительное планирование действий по сбору информации. При правильном подходе предполагает получение качественной и полной информации.	Требует длительной обработки полученных результатов. Возможно влияние личности и поведения, опрашиваемого на ответы респондентов.

Исходя из анализа существующих инструментов вовлечения общества при проектировании, можно сказать, что существует достаточно много методов и все они имеют свои достоинства и недостатки. Главными недостатками, которые в дальнейшей разработке требуется исключить, являются проблема заинтересованности самих респондентов (существует во всех методах), узкая направленность по группам населения при неправильном осуществлении (методы №1, 3 из Таблицы 1), а также длительные операции по подготовке, проведению методов или же по анализу данных и получению конечного результата (методы №1, 2, 3, 4, 5, 8 из Таблицы 1). Можно выделить также и общие положительные характеристики, которые обязательно должны быть учтены при разработке нового эффективного подхода: разноплановость опрашиваемых групп населения (методы №3, 4, 5, 6, 7 из Таблицы 1), высокая оперативность сбора и обработки информации, без потери качества, высокий процент вовлечения (методы №6, 7).

Таким образом нужно отметить необходимость разработки комплексного подхода по привлечению населения в процессе проектирования, который будет учитывать этапы привлечения, исследуемую группу и специфику проектируемого объекта. Он должен состоять из нескольких инструментов с возможностью их комбинирования для получения максимального эффекта. Также нужно отметить включение в данный подход практического руководства для применения в конкретных случаях, то есть описание самых эффективных применяемых методов, качественного и количественного состава исследуемой группы и наличие дополнительных функций, например, посредника или специальных информационных технологий для подготовки, сбора или обработки конечных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по организации общественного участия в реализации проектов комплексного благоустройства городской среды / Н. Снигирева; МИНСТРОЙ РОССИИ, 2017. – 3 с.
2. Методика проведения фокус-групп // файловый архив студентов [Электронный ресурс]. – studfiles – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/6266614/page:42/> – Дата доступа: 16.09.2019

УДК 721.021.1

**ПРОБЛЕМЫ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПРЕОБРАЗОВАНИИ
ОБЩЕСТВЕННЫХ И ЖИЛЫХ ПРОСТРАНСТВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ****А.В. КОРОТКАЯ****(Представлено: В.И. МАТВЕЙЧУК)**

Данная статья посвящена основным проблемам привлечения городского населения при решении вопросов, касающихся преобразования как жилых, так и общественных зданий. Особое внимание уделено причинам возникновения данных проблем и путям их решения. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейших исследованиях в данной области.

Участие городского населения при преобразовании городских пространств является очень важным этапом, который, к сожалению, не является обязательным и зачастую либо пропускается, либо не афишируется проектными организациями. Таким образом у администрации города отсутствует важная информация о желаниях и предпочтениях конечного пользователя. Важно отметить, что проблематика заключается не только в недостаточной информированности проектных организаций, но и в отсутствии желания сотрудничества самого городского населения. Таким образом, чтобы решить сложившуюся проблему требуются новые подходы и к пользователям, и к организациям, реализующим строительные проекты.

После проведенного анализа существующей ситуации, было выявлено несколько проблем. Главными проблемами по активизации населения можно назвать:

– Отсутствие сильной заинтересованности в обсуждаемом вопросе, многие жители относятся безразлично к городской среде, которая их окружает. Это во многом объясняется наличием других проблем, важность которых первостепенна, также можно отметить довольно низкий уровень жизни городского населения (строительство недорогого жилья, отсутствие безбарьерной среды и удобной транспортной инфраструктуры, отсутствие хороших благоустроенных общественных мест отдыха и т.д.);

– Достаточно быстрый темп жизни современного общества, у городского населения не хватает свободного времени на участие в различных обсуждениях. Скорость жизни с каждым годом возрастает. Ускорение мира – феномен, который широко обсуждается и исследуется в социологии, он во многом связан с глобализацией; то, что актуально сейчас, перестает быть таковым уже на следующий день. Подобные процессы провоцируют неустойчивость общества [1];

– Недоверие к властям, многие люди убеждены в том, что их мнение не имеет какой-либо ценности и что они не могут повлиять на сложившуюся ситуацию; это можно объяснить отсутствием посредника-медиатора между обществом и властями, который бы смог представлять интересы обеих сторон. Важно отметить, что плохие отношения между властью и обществом затрудняют реализацию проектов, а при эффективном вовлечении мы можем получить довольное общество, поддерживающее дальнейшие инициативы;

– Люди чувствуют себя недостаточно компетентными, данный пункт относится к тем людям, которые имеют желание и возможности участвовать в такого рода проектах, но думают, что их образование / специальность не позволяют им профессионально высказываться по данной теме. Данное мнение является ошибочным, так как для соучаствующего проектирования не обязательно иметь профессиональное образование архитектора, проектировщика и т.д. Особенностью данного метода является учет жизненного опыта человека, его наблюдений, и сформированных потребностей. Во время получения конкретной информации от конечных пользователей их рассуждения отслеживаются и направляются медиатором, таким образом, чтобы получить максимально эффективный результат.

Исходя из приведенных проблем, можно отметить, что к каждой группе людей должен быть предусмотрен специальный подход, который способен заинтересовать разные социальные слои населения. Необходимо создать условия для обеспечения разной степени вовлеченности жителей для того, чтобы каждый заинтересованный человек мог «включиться» в проект в соответствии с собственным желанием и возможностями. Рекомендуется включать следующие группы населения: жители прилегающих территорий; собственники и арендаторы прилегающих земельных участков и территорий; отдельные группы пользователей территории (велосипедисты, спортсмены, лыжники); школьники, обучающиеся в соседних учебных заведениях; различные возрастные и социальные группы; местные предприниматели; местные власти; местные общественные организации, люди с ограниченными физическими возможностями; представители профессиональных и городских сообществ (экологи, краеведы, градозащитники, архитекторы, биологи, кураторы творческих и культурных проектов, организаторы фестивалей, лидеры мнений, городские активисты); а также другие потенциально заинтересованные стороны [2]. Важным критерием является количество: желательно вовлечь людей всех возрастов, национальностей и уровней доходов, чтобы получить максимально

широкую аудиторию. С другой стороны, должно присутствовать качество получаемой информации, ведь количество без качества не имеет смысла. Также важно чтобы в проекте фигурировали всеобщие ценности, которые повышают важность данного мероприятия для каждого человека лично.

Участие в проектах такого рода не должно отнимать много времени и иметь возможность удаленного доступа, но в то же время, получаемая информация должна быть качественной и полной. Все встречи с местными жителями должны проводиться в удобное для них время – в вечернее нерабочее время (не раньше 18 часов вечера), либо в нерабочие дни. Нужно эффективно совмещать два вида методов взаимодействия – это онлайн (разработка сайтов, мобильных приложений, использование инфостендов и планшетов) и офлайн (опросы на бумаге, открытые собрания, мероприятия на местах). Одни из них резко расширяют охват аудитории, часто снижают затраты, а другие – создают возможность диалога и целенаправленного вовлечения.

Стоит отметить, что людям необходимо чувствовать себя значимым и влиятельным, тогда они понимают, что могут влиять на результат, таким образом можно увеличить процент личной заинтересованности. Следовательно, мы обеспечиваем однозначную связь между вкладом, который делают жители, и влиянием на принятое решение. Процесс вовлечения жителей следует построить таким образом, чтобы по результатам работы донести до них то, каким образом их вклад повлиял на проект и принятые решения [2].

И самое важное это наличие посредника-медиатора между городской властью и населением, который смог бы представлять интересы каждой из сторон, для повышения эффективности принимаемых решений. Медиатором может выступать представитель власти, независимые организации, специальные созданные институты или даже регламентирующие документы. В распространенном сценарии разработки проектов горожане не участвуют: городские власти и бизнес-сообщество не учитывают интересы будущих пользователей, жители города – всего лишь потребители готового общественного пространства. Здесь важно понимать, что важно активное участие обеих сторон. В итоге активация, событийное наполнение и поддержка полностью ложатся на муниципалитет, а потенциал территории раскрывается не полностью. К тому же горожане все чаще недовольны благоустройством, если сами не участвовали в нем и не понимают, почему, как и кем приняты решения. Проекты, сделанные «сверху вниз», редко становятся успешными городскими местами, они неустойчивы, из-за них случаются конфликты [3].

Полученные в проведенном исследовании данные стали основанием для следующих выводов:

- на современном этапе развития существует достаточно много проблем по вовлечению местных сообществ, при преобразовании жилых и общественных пространств;
- для решения возникших проблем требуется создание новых подходов не только к населению, но и проектным организациям;
- основными проблемами являются: отсутствие заинтересованности местного населения, ускорение современного темпа жизни населения, недоверие к городским властям, чувство недостаточной компетенции у населения;
- требуется пересмотр подходов к организации соучаствующего проектирования, в основу которого должен быть положен новый эффективный комплекс методов по вовлечению местных сообществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Люди без памяти, что делает с современным человеком культ скорости [Электронный ресурс]: Электрон. дан. – Научно-образовательный портал IQ – Режим доступа: <https://iq.hse.ru/news/212439743.html>, свободный – загл. с экрана. – Дата доступа: 03.09.2019.
2. Методические рекомендации по реализации проектов повышения качества среды моногородов / ООО «КБ Стрелка» совместно с НКО «Фонд развития моногородов» – Москва, 2018. – 4 с.
3. Как вовлечь жителей в проектирование общественных пространств/ Н. Снигирева; Казань, 2016. – 6 с.

УДК 674.72.01

**ОСОБЕННОСТИ ПРЕДМЕТНОГО НАПОЛНЕНИЯ ИНТЕРЬЕРА
ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ****С.В. ТРУХАНОВИЧ, М.А. ЛЕВКОВИЧ**
(Представлено: М.Л. КРУГЛИКОВА)

На примере жилых комнат общежития №3 Полоцкого государственного университета разработаны трансформируемые модульные блоки мебели с антропологических, эргономических и экологических требований.

Введение. Среда, проектируемая для человека или группы людей, должна способствовать развитию человеческих качеств через удовлетворение их потребностей. Среда для проживания человека должна соответствовать индивидуальным качествам личности. При проектировании жилого пространства общежития индивидуальные качества жильцов обобщаются для создания универсальной среды, подходящей для большой группы людей.

"Трансформируемое пространство" является актуальной тенденцией современного проектирования. Организовывает пространство функционально при ограниченном объеме общей площади комнаты и одновременно создает ощущение свободного пространства. Трансформируемая мебель представляет собой модули, обладающие сразу несколькими функциональными назначениями. Модуль даёт возможность без особых усилий изменить форму мебели в зависимости от требуемой функции и рационально использовать жилое пространство.

Целью данного проекта является создание трансформируемых модульных блоков, соответствующих всем необходимым функциональным назначениям.

Основная часть. Для создания трансформируемой мебели необходимо провести анализ среды жилых комнат и выявить их необходимые функции. С учетом функциональных процессов, локализованы предметно-пространственные единицы – зоны в границах жилой комнаты: 1. Входная. 2. Гардеробная. 3. Зона приема пищи (обеденная). 4. Рабочая для каждого студента. 5. Спальная для каждого студента. В связи с небольшими площадями комнат принято объединение зон в две взаимосвязанные многофункциональные, с условным делением на зоны: 1. Входная, гардеробная, обеденная. 2. Рабочая, спальная. В объединенных зонах рационально использование трансформируемой мебели с многофункциональным назначением.

Большое разнообразие зарубежных и отечественных мебельных фирм, таких как: "Clei", "Mebelin", "Мебель Холл" и др., позволяет дизайнерам подобрать продукцию, обладающую всеми технологическими и эстетическими критериями, либо спроектировать мебель на основе аналогичных существующих моделей (рис. 1).



Рисунок 1. – Трансформируемая- кровать фирмы "Мебель Холл"

Kali Board это модель фирмы Clei с откидной кроватью одинарной (90 см) или промежуточной (120 см), с решетчатой рамой CF09, наклонным текстильным изголовьем и запатентованным максистолом шириной 400мм. Система со складным отверстием и оснащена предохранительным устройством, предотвращающим случайное открытие и закрытие. Механизм шарнирного сочленения с газовыми пружинами и амортизатором, полностью утопленный в боковой части предмета мебели с помощью запатентованной технологии и специальной обработки. Система, которая может быть преобразована простым движением, превращается в ночную версию, не удаляя ничего из большого письменного стола, который наклоняется и располагается горизонтально под кроватью. Система кабриолета Kali разделена на версии

Standard (с горизонтальной односпальной кроватью шириной 90 см и промежуточной шириной 120 см), платой (односпальная или промежуточная кровать, со столом) (Рис.2) [4].



Рисунок 2. – Трансформируемы кровати фирмы "Clel"

Приведенные примеры мебели-трансформер обладают большим количеством запросов для наполнения жилых комнат маленькой площади. Так же в них полностью, либо частично отсутствуют места для хранения вещей и предметов обихода. Наличие рабочего стола в трансформируемой мебели играет важную роль. Для нормальной рабочей зоны необходима поверхность стола не менее 500мм. В фирме "Clel" разработаны модульные блоки с рабочей поверхностью, но данная поверхность составляет только 400 мм, что приводит к неудобству использования ее по назначению. Качество готовой мебели влияет на ее цену. В некоторых случаях дешевле спроектировать и изготовить мебель на заказ.

Проанализировав готовые модели трансформируемой мебели, было решено спроектировать аналогичные модули с увеличением их функционального назначения и наполнения, задействовав всё свободное вертикальное пространство.

Нами разработаны разъемные мебельные модули, позволяющие за счет замены блоков, менять функцию модуля. Проектирование модулей проводилось на основе средних антропометрических признаков человеческого тела, составляющих 95 перцентилей [1, с. 39;], эргономических требований [2], ГОСТ 16371-93 Мебель. Общие технические условия [3]. Все модульные блоки изготовлены из экологически-чистого материала многослойной фанеры толщиной 18 мм.

Первый мебельный модуль для комнат общежития спроектирован на основе максимального использования вертикального пространства комнат. Размещение в модульном блоке встроенной антресоли в гардеробной и обеденной зонах позволяет создать большое количество ячеек для хранения вещей и предметов обихода. Стандартная глубина модуля – 600мм, позволяет свободно поместить в плечики с одеждой на продольной штанге. Фасады распашного шкафа крепятся на вкладные петли.

В обеденной части спроектирован трансформирующийся обеденный стол с подъемным механизмом для мебели. Трансформация обеденного стола происходит при помощи изменения его положения в пространстве комнаты: вертикальное (часть конструкции антресоли) и горизонтальное (обеденная поверхность). В открытом состоянии стол дополнительно опирается на раскладную металлическую ножку. Данная конструкция трансформирующегося стола позволяет разместить дополнительные скрытые полки для хранения инвентаря для приготовления и приема пищи (рис. 3, 4).

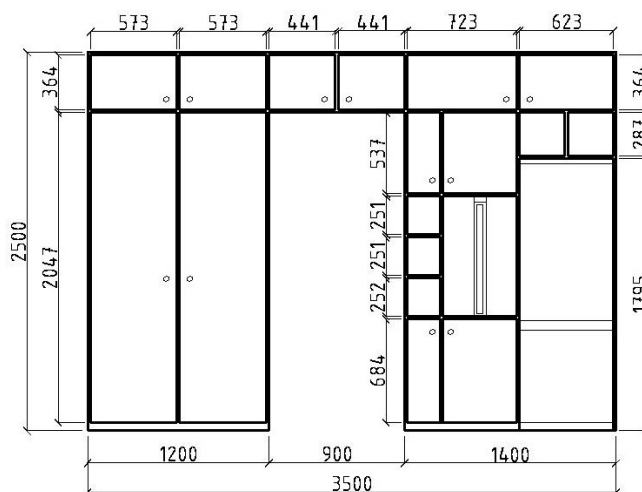


Рисунок 3. – Схема модуля №1 первой многофункциональной зоны



Рисунок 4. – 3d визуализация модуля №1 первой многофункциональной зоны

Для каждого человека в комнате необходимо отдельное рабочее место, его можно сформировать внутри одного из отделений шкафа, сделать откидную или передвижную столешницу. Такое рабочее место при необходимости можно будет убирать обратно в шкаф. Для хранения вещей в комнате можно повесить несколько полок, открытых шкафчиков или рейлингов. Так же возможен вариант соединения всех необходимых единиц мебели в один трансформирующийся блок.

Трансформируемая мебель в данной зоне представлена в 2-х видах модульных блоков. Общие габариты блоков в закрытом состоянии составляют 2100x300x2500 мм. В первый модуль входят: рабочий стол, одно спальное место, ящики и полки, предназначенные для хранения вещей. Трансформация блока осуществляется преобразованием (опускание на напольную поверхность) рабочего стола в спальное место для одного человека. Габариты рабочего стола составляют 500x2100 мм. При трансформации образуется кровать, предназначенная для одного человека, размерами 900x2100 мм. Для открытия кровати использован вертикальный механизм "Шкаф-кровать". Фасады распашного шкафа крепятся на вкладные петли. Для ящиков использованы специальные выдвижные механизмы (рис. 5).



Рисунок 5. – Модуль № 2 второй многофункциональной зоны:
а – схема; б, в – 3d визуализация

Во второй модульный блок входят: два спальных места, полки и выдвижные ящики для хранения вещей. В откидных кроватях размещен механизм "Шкаф-кровать" с трансформацией при нажатии на поверхность и опускании ее в горизонтальное положение. В блоке предусмотрена съемная металлическая лестница с креплением к кровати на специальные крючки-петли (рис. 6).



Рисунок 6. – Модуль № 3 второй многофункциональной зоны: *а* – схема; *б* – 3d визуализация

Заключение. При проектировании предметно-пространственной среды помещений малой площади перед дизайнером стоит задача удовлетворения всех функциональных потребностей человека, размещения в пространстве необходимой мебели и предметов обихода. Так же, перед дизайнером может стоять задача проектирования оригинальной корпусной мебели для интерьера.

Спроектированные нами модели модулей подходят для предметного наполнения любой жилой среды разной площади. Трансформируемые модульные блоки соответствуют эргономическим, функциональным, антропометрическим и экологическим требованиям и нормам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Покатаев, В.П. Конструирование оборудования интерьера. Учебное пособие / В.П. Покатаев. - Ростов на Дону: "Феникс", 2003. – 352 с.
2. Рунге, В.Ф. Эргономика в дизайне / В.Ф. Рунге, Ю.П. Манусевич. - М.: "Архитектура-С", 2005. – 328 с.
3. Мебель. Общие технические условия: ГОСТ 16371-93 Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Межгосударственный стандарт. - Введ. 01.01.1995, переизд, с измен. 14.03.2012. – Минск: ИПК Издательство стандартов, 2012. – 22 с.
4. Clei каталог "Living system" 2017 [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.clei.it/cataloghi>. Дата доступа: 21.12.2018.
5. Строительное проектирование. Эрнст Нойферт / Стройиздат. Москва. 1991. – 392 с.
6. Каталог мебели "Мебель Холл" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mebelholl.by> . Дата доступа: 15.09.2019.

УДК 728.18

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЕЛКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

К.Г. ЛЫСИКОВ, Е.И. ХОМКОВА
(Представлено: **В.И. МАТВЕЙЧУК**)

В статье рассмотрены примеры проектирования экологических поселков на территории Беларуси; изучены основные идеи-концепции, реализуемые в проектах; проанализирована технология строительства.

Обращение к концепциям экологического проектирования в нашей стране во многом было вызвано аварией на Чернобыльской атомной электростанции, поскольку перед строителями и архитекторами стала задача создать жилье из природных материалов, не являющихся источниками излучения. Это особенно важно для людей пострадавших от радиационного загрязнения.

Экологическая деревня «Дружная». Экологическая деревня Дружная Мяделевского района Минской области была открыта 19 августа 1997 года. Реализация строительства осуществлялась за счет средств немецкой благотворительной организацией "Heim-statt Schernobyl e.V." ("Дома вместо Чернобыля").

Основной концепцией проектируемого поселка стало использование в качестве главных строительных материалов соломы и глины, при проектировании так называемых саманных домов. Постройки подобного типа достаточно просты с точки зрения их строительства, а используемые материалы являются широко распространёнными и дешевыми. Но помимо экономических показателей, главным аргументом в пользу строительства подобных домов является их экологичность. Поскольку здания полностью возведены из природных материалов, они не являются источниками вредных излучений, что особенно важно для людей пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС (рис. 1) [1].



Рисунок 1. – Саманный жилой дом

Относительно технологии строительства следует отметить, что при всех своих преимуществах – дешевизне строительства и экологической безопасности – саманная технология имеет один существенный недостаток: большую трудоемкость. Правда, он компенсируется тем, что основная часть работ может быть выполнена людьми, не имеющими специальной подготовки. Технология выглядит следующим образом. Первоочередно в соответствии с намеченным конструктивно-планировочным решением устанавливается деревянный каркас здания. Затем производится подготовка заполняющей смеси. Измельченная солома перемешивается с глиной и водой и отстаивается в специально вырытых ямах. После того, как смесь доходит до требуемой консистенции, ее можно использовать для выполнения стен и других конструкций. К каркасу дома крепится опалубка из деревянных щитов. Затем пространство между каркасом и опалубкой заполняется смесью. Эта операция производится вручную. После затвердевания смеси опалубка снимается. Важный момент технологии – когда выполнение ограждающих конструкций закончено, нельзя сразу же приступать к отделочным работам. Дом должен простоять в таком незаконченном виде хотя бы одну зиму. За это время происходит усадка стенового материала, которую необходимо ликвидировать. Производятся ручные работы: трещины замазываются глиной и забиваются паклей. Если этого не сделать, в будущем неизбежны большие теплопотери. Когда ограждающие конструкции уста-

новлены, начинается выполнение внутренних и наружных отделочных работ. Для облицовки зданий используются деревянные дощечки, для отделки интерьера – штукатурка. Фундаменты домов выполняются из монолитного бетона, кровельное покрытие - из гофрированного металла [2].

Опыт строительства саманных домов показывает, что такие здания могут эксплуатироваться без капитального ремонта более 50 лет. Инженерные обследования конструктивных материалов одного из саманных домов после 22 лет эксплуатации показало отсутствие дефектов, сухость внутренних материалов.

Проект строительства деревни «Дружная» преследует несколько целей: создание комфортабельного жилья для переселенцев с учетом особенностей их здоровья и обеспечение их в последующем рабочими местами в непосредственной близости от места проживания. Что касается качества жилья, то оно вполне удовлетворяет современным требованиям с точки зрения планировки, инженерного оборудования и общего бытового комфорта. В домах поселка параллельно используются две системы отопления: стандартное водное отопление и печи. Изначально, в архитектурных проектах, предоставленных немецкой стороной, предусматривалось только водное отопление, но переселенцы, большинство из которых ранее проживали в сельской местности, настояли на том, чтобы в их домах были печи, к которым они привыкли. Это мелкое замечание как нельзя лучше характеризует еще одну важную особенность проекта: строительство велось с учетом мнений и пожеланий будущих владельцев домов.

Экологическая деревня Старый Лепель. Начало постройки экологической деревни Старый Лепель относится к 2001 году. Проект реализовывался совместными усилиями немецкой благотворительной организации «Дома вместо Чернобыля», белорусским международным общественным объединением «ЭкоСтроитель» и Лепельским райисполкомом.

Вопросу территориального размещения поселка было уделено первостепенное внимание. Лепельский район был выбран как один из самых экологически чистых в стране, около 30% его территории занимает Березинский биосферный заповедник.

При постройке поселка учитывался опыт рассмотренного выше эко-поселка «Дружный». Так, основной технологией при возведении домов осталась саманная. Однако ко времени начала строительства были внесены изменения в законодательство, появились новые требования к энергоэффективному строительству. В связи с чем новые дома строились с дополнительным утеплением.

Как и в проекте деревни «Дружная» ставилась задача максимального использования экологичных материалов. Возникли трудности с подбором утеплителя, так как на территории Беларуси производились в основном минеральная вата и пенополистерол не годившиеся для применения в подобном проекте. Опираясь на опыт европейских стран, в которых применялись в качестве утеплителя такие материалы как льноволокно, тростник, пробки, конопля, эковаты, было принято решение использовать в качестве основного утеплителя тростник. Так в республике появилось первое производство тростниковых плит (рис. 2) [3].



Рисунок 2. – Тростниковая плита утеплителя

Помимо жилых зданий в поселке возведены уникальные для Беларуси фельдшерско-акушерский пункт и культурно-образовательный центр. В обоих объектах установлены вакуумные солнечные коллекторы, которые способны работать при температуре в $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Отопительная система полностью автономна. Это достигается за счет использования котлов с жидким топливом – древесными паллетами, которые, так же, как и коллекторы, передают свое тепло в накопительные баки [4, 5].

На сегодняшний день в поселке проживают более 100 человек. Планируется дальнейшее укрупнение поселка совместно с зарубежными инвесторами.

Не смотря на обилие искусственных материалов, представленных в строительстве на сегодняшний день, природные материалы остаются весьма востребованными и конкурентоспособными. И актуализация проблем зеленой архитектуры и строительства, которую можно наблюдать повсеместно, лишь усиливает интерес к ним. Только за счет природных материалов можно добиться особых эстетических, экологических, строительных и микроклиматических показателей которые недоступны многим искусственным аналогам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экологическая деревня «Дружная» / С. Лобанова // Строительство и недвижимость [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/1997/33/3307sn.htm> – Дата доступа: 24.08.2019.
2. Дома из глины и щепы, утеплитель из тростника. Как выглядит экопоселок у Нарочи через 22 года / С. Журавлевич // Белорусский портал TUT.BY [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://realty.tut.by/news/building/561270.html> – Дата доступа: 20.08.2019.
3. Дома из тростника. В Лепельском районе достраивают деревню из экологически чистых материалов / Л. Трапезникова // Белорусский портал TUT.BY [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://news.tut.by/society/519055.html> – Дата доступа: 25.08.2019.
4. В Старом Лепеле построили первый «солнечный дом» / Ю. Мицкевич // LEPHEL.BY [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lepel.by/news2/224> – Дата доступа: 27.08.2019.
5. Первый в Витебской области эко-ФАП появится в Лепельском районе / Д. Курило // Белорусское телеграфное агентство [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.belta.by/regions/view/pervyj-v-vitebskoj-oblasti-eko-fap-pojavitsja-v-lepelskom-rajone-74550-2012> – Дата доступа: 26.08.2019.

УДК 72.023

**ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В НАПРАВЛЕНИИ
ЭКОЛОУТЕК****К.Г. ЛЫСИКОВ, Е.И. ХОМКОВА**
(Представлено: В.И. МАТВЕЙЧУК)

В статье рассмотрены, основные, применяемые в направлении эколуток; проанализированы их положительные и отрицательные стороны; изучена технология строительства и архитектурно-декоративные свойства.

Эколуток является одним из направлений экостроительства, в котором применяются, в основном, природные материалы (дерево, глина, солома, тростник). На данный момент использование природных материалов при строительстве позволяет применять наиболее простые и как следствие малозатратные технологии.

Древесина один из самых распространённых на сегодняшний день экологических материалов. Даже при современном уровне развития строительных технологий, с его богатым выбором искусственных материалов, найти достойный аналог по физическим и экономическим показателям достаточно трудно. Древесина является единственным возобновляемым строительным материалом.

Говоря о дереве как экологичном материале как правило подразумевается, что он безвреден для человека. Однако, стоит отметить, что понятие экологической чистоты древесины значительно шире. Основная особенность заключается в том, что для получения древесины не требуется затрачивать энергию на производство, что в свою очередь исключает загрязнение окружающей среды промышленными выбросами. А при выводе древесины из эксплуатации, она самоутилизируется входя в естественный природный цикл [1].

Современные технологии позволяют улучшать свойства древесины посредством химической обработки, что существенно улучшает её изначальные характеристики.

Природный (натуральный) камень так же весьма популярен в архитектуре и строительстве материал. Сооружения из высококачественного натурального камня способны выдерживать значительные нагрузки. Достаточно легко переносят резкие климатические изменения, перепады температуры.

Наиболее часто камень добывают и используют для различных целей без предварительной обработки. Только некоторые виды режутся и подвергаются шлифовке.

Практически все виды камня не оказывают отрицательного влияния на человеческий организм. Более того, некоторые виды отличаются тем, что имеют бактерицидные свойства. Еще одна положительная черта натурального камня заключается в его инертности по отношению к другим отделочным и строительным материалам. Нельзя не упомянуть и о разнообразной цветовой гамме данного материала. Каждый его срез и скол абсолютно индивидуален и неповторим [2].

Даже с учетом огромного количества предлагаемых на сегодняшний день строительных материалов, показатели качества и декоративности природного камня не имеют себе равных.

Растительное сырье. В мире расширяется применение растительного сырья при строительстве домов. Часто используют отходы деревообработки и натуральных волокон – хлопчатника, табака, тростника, камыша, конопли, виноградной лозы, а также соломы зерновых культур.

Опыт стран Восточной и Западной Европы, Китая показывает рациональность производства камышитовых и камышитоволоконных плит при строительстве жилых, общественных и производственных зданий. Теплоизоляция зданий может обеспечиваться изготовлением прошивных матов и прессованных плит из следующих материалов: целой или рубленой соломы, высушенных водорослей. Применение растительных материалов может быть в качестве заполнителей известково-глиняных смесей, покрытия кровли, а также материала для отделки фасадов [3].

Возможности строительства зданий из грунта и песка значительно расширились. Использование современных технологий позволяет создавать из этих материалов монолитные блоки и грунтоблоки, а также заполнители пустот в каркасных структурах. Использование суперсамана или суперадоба стало наиболее революционным и известным способом применения грунта в строительстве. Функцию ограждения выполняют мешки с песком или землей, для увеличения прочности возможно использование соломы в качестве армирующего материала. Пластичность мешков позволяет выкладывать купольные, сводчатые или арочные лаконичные здания простой формы. При использовании глины последующий обжиг постройки возможен и желателен. Такой дом может быть возведен за крайне короткие сроки – не более недели и может быть построен небольшой группой строителей низкой квалификации.

Вторичные материалы. Сегодня актуальным является вопрос использования техногенных отходов, прежде не считавшихся вторичным сырьем. Они могут сократить потребность в строительных материалах до 40%. Одними из первых, например, стали применяться в строительстве такие отходы, как золы и шлаки. К настоящему времени доказано, что возможности использования отходов при производстве строительных материалов практически не ограничены. Постепенно начинают осваивать новые ресурсы – бытовые отходы и строительный мусор. Их могут измельчать непосредственно на месте их образования или на специальных предприятиях. Так, бетон, железобетон, кирпич преобразуются во вторичный щебень, от минерального сырья отделяется металл и т.п. Полученные материалы используются в дорожном и капитальном строительстве, при благоустройстве территорий.

На сегодняшний день проводятся исследования, целью которых является поиск эффективных материалов вторичного применения. Например, в результате оценки пригодности таких сырьевых материалов, как гранитный порошок (отходы обработки природного камня), бой стекла и тугоплавкие глины, удалось выявить оптимальный состав смесей для производства гранитокерамики.

Ее свойства, сравнимые со свойствами природных материалов вулканического происхождения таких как: гранита, габбро, базальта, позволяют широко использовать в строительстве гранитокерамику в качестве строительного материала.

Арбоархитектура. Назвать её материалом можно достаточно условно, скорее её можно отнести к принципам строительства, с применением живых растений. Арбоархитектура появилась в результате возникновения идеи применения крупномерных растений без прерывания их жизненного цикла. Зачастую используют быстрорастущие породы деревьев – ива, тополь. На первом этаже саженцы высаживаются прямо в почву, а по этажам – располагаются в кадках по периметру. Применение различных вариантов схем пространственного крепления стволов и ветвей дает возможность получения решетки, которая станет конструктивной несущей или ограждающей основой будущего здания, где множество живых растений постепенно соединяется в единый организм. Преимущества арбоархитектуры – высокая устойчивость к загниванию дендрологического сырья, природная декоративность, а также низкая стоимость материалов. Недостатки арбоархитектуры – в специфических природно-климатических условиях процесс длителен и имеет ограниченные возможности применения. В Германии арбоархитектура получила наибольшее распространение.

Наравне с арбоархитектурой совершенствуются различные подходы к озеленению фасадов и крыш.

Включение в городскую среду ландшафтных компонентов является одним из способов улучшения санитарно-гигиенического, экологического и эстетического состояния. На сегодняшний день разработаны технологии, которые позволяют использовать древесные растения и газоны в условиях сложных природно-климатических особенностей местности. Следование принципу региональности обеспечивает широкое применение адаптированных растений местной флоры в климатических условиях конкретного региона для озеленения, а также создания компонентов ландшафта [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Выбор строительных материалов для улучшения комфорта и экологической безопасности жилья // Жигулина А.Ю., Чумаченко Н.Г. – Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. № 4 (21). – 94–99 с.
2. Три дилеммы применения экологически чистых строительных материалов и технологий // Ковлер К. – Вестник Томского гос. архитектурно-строительного ун-та. 2014. № 6 (47). – С. 92–108.
3. Теплоизоляционные материалы на основе соломы // Солдатов Д.А., Хозин В.Г. – Известия КГАСУ. 2013. № 1 (23). – 197–201 с.
4. Пейзажный стиль в ландшафтной архитектуре дальневосточных городов // Храпко О.В., Копьёва А.В., Колдаева М.Н., Головань Е.В. – Новые идеи нового века-2013: материалы XIII науч. конф. Т. 3. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. – 395–399 с.

УДК 72. 04

КОНСТРУКЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ**А.О. ХРИЩАНОВИЧ, Я.А. ИКСАНОВА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р.М. ПЛАТОНОВА)*

В данной статье, выполнен анализ концептуальных и реализованных отечественных и зарубежных проектов по вертикальному озеленению, предложены наиболее эффективные конструкции озеленения фасадов зданий для Республики Беларусь.

В условиях повышенной плотности населения, недостатка кислорода и нехватки свободного пространства, вертикальное озеленение стало одним из актуальных методов, позволяющих решить проблему комфортного самочувствия и жизнедеятельности человека в агрессивной городской среде.

О вертикальном озеленении наши предки знали еще 600 лет до нашей эры, когда в древнем Вавилоне были воздвигнуты Висячие сады Семирамиды – одно из семи чудес света. Основателем, который запатентовал и ввел новый способ озеленения, стал Питер Бланк. Он предложил перенести зеленый покров с горизонтальной плоскости на вертикальную – технологию, известную как «Вертикальные сады» (Vertical Garden System) – это позволит озеленять большие площади фасадов, а позже включать «зеленые стены» непосредственно в интерьере зданий. Самым грандиозным проектом вертикального озеленения Питера Бланка на сегодняшний день является оформление стен музея современного искусства Quai Branly в Париже (рис. 1). На стене общей площадью в 800 м² разместилось более 170 видов и 15000 растений [4].



Рисунок 1. – Музей современного искусства Quai Branly в Париже

Изначально для посадки вертикальных садов были выбраны горные растения Таиланда и Малайзии. Более двух тысяч видов тропических растений способны укорениться на скалистых склонах в условиях недостаточного освещения, малого количества минеральных веществ и недостатка влаги. Пеперомия, алоказия, аспарагус, пилея, антуриум, спатифилум – эти и многие другие растения встречаются в природе на каменистых склонах и в руслах водопадов. Все, что нужно для роста таким растениям – это возможность закрепить корни, солнечный свет и обилие воды.

Составляющими зелёных стен являются: растения, субстрат, опорные элементы, вокруг которых разрастаются растения, система трубок и насосов, доставляющая воду и удобрения. Эти растения встречаются в природе на скалах и в неудобных для произрастания местах с минимумом почвы. В нижней части вертикального сада высаживаются тене- и влаголюбивые растения, а в верхней части - способные переносить яркое солнце и ветер. Выбор растений зависит от климата и расположения стены относительно сторон света, при этом используются различные опорные элементы.

Основными системами вертикального озеленения являются: каркасная система, система «Живая стена» и ярусные террасы [3].

Каркасная система, примыкающая к поверхности фасада, – это каркас из стальных, деревянных или пластиковых сеток, которые крепятся к ограждающей конструкции, а по ним разрастаются вьющие-

ся растения. Каркасы могут быть плоскими, состоящими из кабелей канатов и сеток, и объёмными, сформированными из жестких рамных и ячеистых конструкций. Данный вид опорных конструкций дифференцируется по типам следующих систем:

- система из металлической сетки – это тесно переплетенная сетка из алюминиевых или легких-стальных тросов, прикрепленная к фасаду при помощи скоб. Растения, как правило, растут из специальных модулей, расположенных по всей высоте стены;

- Система из тросов и канатов состоит из гибких вертикально натянутых элементов.

- Жёсткая система – это конструкция из шпалер. Она может быть, как плоской, так и объемной. Благодаря своей пространственной жёсткости она может держаться не только за счет крепежа на стены или колонны, но и без каких-либо вертикальных опорных элементов.

Система «Живая стена» – это система, растения на которой не выются вокруг поддерживающей сетки, прикрепленной к стене – они интегрируются в её структуру вместе с субстратом (земля или перлит). Главное отличие живой стены в том, что для её устройства используют травянистые виды растений. Для защиты ограждающих конструкций от влаги их покрывают влагозащитной мембраной. Система полива может быть оснащена датчиками дождя.

Существуют виды живых стен:

- Система с войлочными подвесными карманами. Корни растений располагаются в этих карманах, наполненных питательным составом.

- Модульная система из непластичных прямоугольных, чаще всего пластиковых, контейнеров, наполненных питательным составом. Такая система либо крепится к вертикальной стене, либо стоит свободно, опираясь только на поверхность земли. Система из контейнеров изготавливаются из лёгкого металла или пластика. Это могут быть ящики или проволочные клетки. В некоторых случаях контейнеры делятся на более мелкие ячейки, расположенные под углом к задней поверхности контейнера. Растения выращивают непосредственно в этих модулях, наполненных почвой, неорганическим питательным составом или натуральным волокном. Пример использования такой системы – One PNC Plaza в Питтсбурге (рис. 2).



Рисунок 2. – Модульная система из контейнеров. One PNC Plaza в Питтсбурге

Ярусные террасы обычно состоят из бетонных ступенчатых перекрытий, в которые посажены растения. Жизненный цикл таких растений может быть как сезонным – растения устанавливаются в мобильных контейнерах и кадках, так и многолетним. Такой тип системы озеленения позволяет разнообразить виды растительности, не ограничиваясь лишь вертикальными вьющимися видами растений. Среди наиболее известных зданий такого типа – здание ACROS в городе Фукуока в Японии; Solaris и Parkroyal в Сингапуре. Использование данного типа озеленения на здании Kerppel Bay в Сингапуре показало, что ярусное террасное озеленение может применяться и на больших высотах.

Таким образом, с помощью систем озеленения можно украшать фасады зданий, маскировать неприглядные постройки и создавать благоприятный микроклимат в здании. Учитывая климатические особенности Беларуси установлено, что в настоящее время для этого можно использовать следующие зеленые насаждения: хмель, съедобные и декоративные винограды, жимолость, лимонник, лианы, гортензию ползучую, плющ, лобия, плетистая роза, вьющаяся хедера, актинидия, каприфоль, кирказон, горец, акебия и клематис [1], [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Вьющиеся растения (растения для вертикального озеленения) [Электронный ресурс] / Луценко Светлана Анатольевна // Минск. Режим доступа: http://ozelenenie.by/16_liany.htm. – Дата доступа: 08.01.2019.
2. 7 идей вертикального озеленения на даче в 2019 году [Электронный ресурс] / Василий Жданов // Москва. Режим доступа: <http://superda4nik.ru/vertikalnoe-ozelenenie-sten/>. – Дата доступа: 08.01.2019.
3. Озеленение как инструмент экологических решений [Электронный ресурс] / Анна Гераймович, Николай Шилкин // Москва. Режим доступа: http://zvt.abok.ru/articles/351/Ozelenenie_kak_instrument_ekologicheskikh_reshenii. – Дата доступа: 06.01.2019.
4. История вертикального озеленения [Электронный ресурс] / Анна Хосровян // Казань. Режим доступа: <http://www.bloomgrace.ru/single-post/2017/04/24/История-вертикального-озеленения>. – Дата доступа: 08.01.2019.

УДК 72.04

АКТУАЛЬНОСТЬ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ГОРОДА НОВОПОЛОЦКА**Я.А. ИКСАНОВА, А.О. ХРИЩАНОВИЧ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р.М. ПЛАТОНОВА)*

В данной статье рассмотрены вопросы актуальности озеленения жилых зданий в городе Новополюцке. На основе концептуальных и реализованных зарубежных проектов озеленения выявлены их основные преимущества и недостатки.

В Новополюцке основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются предприятия нефтеперерабатывающей, химической промышленности, теплоэнергетики и автотранспорт. При проведении экологического мониторинга за декабрь 2018 года высокого и экстремально высокого уровня загрязнения в Новополюцке не обнаружено. Для более сбалансированной и здоровой экосистемы города рассматривается горизонтальное и вертикальное озеленение жилых зданий. Это способствовало бы повышению качества атмосферы, снижению температуры в городе на летний период, увеличению количества кислорода, уменьшению средств на отопление и кондиционирование зданий с зелеными крышами [1].

Во многих зарубежных странах мира имеется опыт проектирования и строительства зданий с применением озеленения на фасадах и крышах зданий, которые бы уменьшали негативное воздействие объектов недвижимости на здоровье людей и на окружающую среду – сегодня и на протяжении десятилетий. Примером может служить проект Молодежного центра Gary Comer и его крыши-фермы ландшафтно-архитектурной компании Hoerr Schaudt Landscape Architects – Чикаго, штат Иллинойс, США (рис. 1). Расположенная прямо над спортзалом и кафе Центра Gary Comer зеленая крыша покрыта 60-сантиметровым слоем почвы. Среди десятков видов растений здесь можно найти не только травы и цветы, но даже овощи и фрукты. Этот зеленый слой обеспечивает неплохую изоляцию находящихся ниже помещений, уменьшая, таким образом, энергетические затраты на обогрев и охлаждение всего здания. Во время сильных ливней покрытые растительностью участки крыши поглощают дождевую воду, уменьшая нагрузку на водосточные системы города. Это помогает частично решить проблемы, связанные с быстрыми ливневыми стоками, – такие, как внезапные наводнения и загрязнение воды. Круглые металлические кольца в интерьере сада играют роль как художественных элементов, так и вполне функциональных световых люков, пропускающих естественное освещение в комнаты внизу. Температура воздуха на крыше выше, чем внизу, что позволяет использовать садово-огородные участки с ранней весны и до глубокой осени. Плодородный слой почвы дает богатые урожаи капусты, картофеля, помидоров, моркови, латука и даже клубники. При всей своей функциональности зеленое пространство представляет собой не просто огород, а и красивое место для отдыха. Немало способствуют этому высаженные наряду с овощами и фруктами бледно-желтые нарциссы, подсолнухи, маргаритки, лилии и разнообразные ползучие травянистые растения.



Рисунок 1. – Молодежный центр Gary Comer

В России аналогичным примером может быть бизнес-центр Crowne Plaza, находящийся в Санкт-Петербурге (рис. 2). Озеленение сглаживает резкие перепады температур, помогая создать комфортный микроклимат помещений, задерживает пыль и поглощает дождевую воду, снимая нагрузку с канализационных систем. Также с экономической точки зрения такие крыши имеют ряд преимуществ по сравне-

нию с обычной кровлей несмотря на высокую первоначальную стоимость: зелень защищает крышу от воздействия ультрафиолета, продлевая срок ее службы, обеспечивает защиту здания от переохлаждения и перегрева, что позволяет снизить затраты на отопление и кондиционирование помещений.



Рисунок 2. – Бизнес-центр Crowne Plaza

В Республике Беларусь вопросам озеленения крыш зданий также стали уделять особое внимание. Поэтому 27 июня 2017 года на территории ГУО «Марьиногорская гимназия» состоялась пресс-конференция пилотной инициативы «Озеленение крыш зданий» реализованной в рамках проекта «Содействие переходу Республики Беларусь к «зеленой экономике», финансируемого Европейским союзом и реализуемого ПРООН. Целью инициативы являлось создание и распространение наилучшей доступной практики в Беларуси по строительству и эксплуатации кровли с почвенным покровом. В результате получен уникальный опыт разработки, проектирования и строительства подобного объекта [3].

На основании выполненного анализа были выявлены основные преимущества и недостатки озеленения кровель [2], [4], [5].

К преимуществам можно отнести следующие факторы:

- *улучшение качества воздуха*. Зеленые насаждения на крыше улучшают качество воздуха за счет поглощения углекислого газа в атмосфере и выделения кислорода. Атмосферные загрязняющие вещества вымываются в зеленые подложки крыши через осадки, где они отфильтровываются и очищаются от вредных частиц и примесей. Зеленые растения и насаждения также увлажняют воздух за счет испарения чистой воды;

- *защита покрова крыши*. Растительность на крыше защищает его поверхность от экстремальных погодных условий, температуры и ультрафиолетового излучения, продлевая тем самым срок службы крыши;

- *эстетика*. Озеленение крыш считается одним из самых эффективных и эстетичных способов сделать города более красивыми, приятными для глаз и восприятия жителей города;

- *более эффективная регулировка температуры*. В процессе жизнедеятельности растения используют тепловую энергию окружающей среды и испаряют воду. Во время прохождения циклов конденсации и испарения, таким образом, растения способны охладить и увлажнить окружающий воздух улучшая микроклимат;

- *улучшение стока ливневых вод*. Сток ливневой воды хранится на подложке зеленой крыши, а затем поглощается растениями, откуда он возвращается через испарение в атмосферу. Летом зеленые крыши могут сохранить 70–80% от осадков, выпадающих на них. Зимой они могут сохранить 25–40% влаги. Зеленые крыши также способны отсрочить время, при котором происходит стекание, что приводит к снижению нагрузки на системы дренажа и канализации в периоды пикового потока ливневой воды;

- *снижение затрат на электроэнергию*. Слой зеленой крыши способен улучшить ее тепловые характеристики, уменьшая солнечное тепло, проникающее в здание. Температура под зеленой крышей может быть по меньшей мере на 3–4 °C холоднее, чем воздух снаружи, когда температура колеблется от 25 до –30 °C, следовательно, снизить затраты на поддержание температуры воздуха внутри здания. Зимой зеленая крыша может также помочь уменьшить потери тепла через крышу.

- *создание положительного социального эффекта*. Зеленые крыши, помимо всех прочих преимуществ и позитивных эффектов, создают новые компетенции по уходу за зелеными крышами, непосредственно вовлечены в эко-образование, в том числе среди детей.

К основным недостаткам относят:

– *существенный вес системы на конструкцию здания.* Существенный вес системы на конструкцию здания, который может достигать нескольких тонн на м², может негативно сказаться на прочности сооружения, что нужно заранее учитывать при проектировании;

– *повышенный риск возгорания.* Кроме того, при проектировании противопожарной системы, нужно учитывать повышенный риск возгорания;

– *повреждение гидроизоляции корнями растений.* Устройство зеленой кровли должно включать в себя противокорневую изоляцию для защиты покрытия от разрушительной и пагубной силы корней;

– *высокая стоимость озеленения и эксплуатационных расходов.* Начальная стоимость выше по сравнению с обычной крышей, но учитывая преимущества, расходы окупаются в связи с тем, что увеличивают срок службы гидроизоляционных покрытий зданий до 40–50 лет и сохраняет тепло в здании. Экономить средства позволяет существенное снижение теплопотерь – на 2 литра на каждый квадратный метр площади здания ежегодно, если считать в эквиваленте стоимости нефтепродуктов. Зеленые крыши экономят средства на ливневую канализацию, уменьшая водосток на 10–50%.

Таким образом, можно сделать вывод, что на данном этапе развития энергоэффективных технологий, учитывая климатические и социальные особенности региона Республики Беларусь, вопрос внедрения в городскую структуру озеленения жилых зданий актуально, так как это способствует формированию привлекательной, благоустроенной и экологически благоприятной городской среды города Новополоцка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высокого уровня загрязнения не обнаружено [Электронный ресурс] / Администратор // Новополоцк. Режим доступа: <http://www.novaya.by/2018/12/20/vysokogo-urovnya-zagryazneniya-ne-obnaruzheno/>. – Дата доступа: 05.01.2019.
2. Эффекты озеленения [Электронный ресурс] / Администратор // Пуховичи. Режим доступа: <http://www.puhkray.by/effekty-ozeleneniya/>. – Дата доступа: 05.01.2019.
3. Зеленая крыша открыта [Электронный ресурс] / Администратор // Пуховичи. Режим доступа: <http://www.puhkray.by/zelenaya-krysha-otkryta!/>. – Дата доступа: 06.01.2019.
4. Озеленение как инструмент экологических решений [Электронный ресурс] / Анна Гераймович, Николай Шилкин // Москва. Режим доступа: http://zvt.abok.ru/articles/351/Ozelenenie_kak_instrument_ekologicheskikh_reshenii. – Дата доступа: 06.01.2019.
5. Зелёные фасады и крыши, оптимальная плотность застройки – Евросоюз поделился с Минском опытом устойчивого развития городов [Электронный ресурс] / Любовь Гаврилюк // Минск. Режим доступа: <http://greenbelarus.info/articles/21-10-2015/zelyonye-fasady-i-kryshi-optimalnaya-plotnost-zastroyki-evrosoyuz-podelilsya-s>. – Дата доступа: 05.01.2019.

УДК 72.01

**СТЕРЕОТИПЫ В АРХИТЕКТУРЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ
НА ТВОРЧЕСТВО СТУДЕНТА-АРХИТЕКТОРА****М.А. ТАРАСОВА, Т.А. ТАРАСОВА**
(Представлено: ФИЛИППЕНКО Я.Д.)

Современные студенты-архитекторы зачастую переживают кризис отсутствия новаторских идей и склоняются к копированию уже существующих форм и концепций. В этой статье рассмотрено влияние стереотипов и психологических факторов на архитектурное творчество.

На сознание человека постоянно оказывается влияние внешней среды, будь то средства массовой информации, семья, друзья, коллеги. Слишком большое количество раздражителей окружения человека заставляет мозг приспосабливаться, упрощать картину мира. Так формируются стереотипы. Стереотип – принятый в исторической общности образец восприятия, фильтрации, интерпретации информации при распознавании и узнавании окружающего мира, основанный на предшествующем социальном опыте [1].

В архитектурной практике существует понятие архитектурного творчества. Архитектурное творчество – процесс создания архитектурного объекта, основанный на воображении и творческом осмыслении создаваемого. То есть мышление – один из ключевых механизмов проектирования сооружения, обладающего индивидуальностью. Однако типизация и унификация, присущие строительной сфере для облегчения и удешевления массового производства, ограничивают творчество архитектора и сводят процесс создания объекта до набора уже разработанных алгоритмов.

Как люди генерируют новые идеи? Процесс творчества в любой сфере будь то искусство, IT-технологии или научные принципы включает схожие факторы. Люди заинтересованы в создании нового или адаптации старого правила под реалии современного мира.

Очевидно, для возникновения идеи необходимы некоторые познания в области работы, но кроме этого – способность увидеть связь между двумя деталями, которые на первый взгляд ничем не связаны. При изучении человеческой мысли становится ясно, что возникновение идеи затруднено, даже когда все факты четко известны. Для создания такой перекрестной связи между деталями необходима определенная смелость. В тех случаях возникновения связи, где не участвует смелость, этот перекресток создается несколькими людьми одновременно и не является способом создания чего-то нового, но выводом старой идеи.

Поначалу, всякая идея выглядит безрассудной: предположение, что Земля круглая, а не плоская, что именно она вращается вокруг Солнца, а не наоборот, все сочли не просто необычными, а волшебными.

Основываясь на статье Айзека Азимова «Как рождаются идеи», можно сделать вывод: человек, в голове которого скорее всего возникнет новый принцип или идея должен иметь достаточные знания в сфере своего научного интереса, но в то же время обладать привычками, которым чужды условности.

Возникает вопрос: если портрет человека есть, нужно ли собирать таких людей вместе и давать им время на обсуждение вопроса или же дать им возможность поработать в одиночку и создать новый принцип самостоятельно? Многие исследователи, в том числе и Азимов, уверены, что для создания идеи необходима изоляция, так как процесс рождения смущает создателя: большинство стадий, пройденных до достижения конечного результата, приведут к неудаче. Однако один человек может знать одну часть вопроса (А), а второй – другую (Б). Они придут к созданию нового принципа по-отдельности в разное время. Однако вместе они могут быстрее создать перекрестную связь А-Б, а значит и новый принцип. Коллективные мозговые штурмы должны быть созданы и направлены на образование и научение людей фактам и теории, а не с целью изобретения нового [2].

Исходя из этого, можно сделать вывод, что для рождения идеи необходим конфликт, ведь человек знающий А, но не знающий Б, скорее всего, будет противопоставлен мнению человека, знающего Б, но не знающего А. Конфликта не может быть без ограничений, будь то ограничения в мозгу человека либо общественные установки и ценности. Из этого следует, что ограничением архитектурного творчества является каждый человек в отдельности и все люди вместе. Для создания нового принципа в архитектуре человеку общественные установки и ценности. Из этого следует, что ограничением архитектурного творчества является каждый человек в отдельности и все люди вместе. Для создания нового принципа в архитектуре человеку необходима смелость выхода из ограничения, собственного или общественного, – необходима свобода. Свобода подразумевает лишь те правила, которые устанавливаются лицом ее избравшим, но, если они не соответствуют морали и общечеловеческим принципам, может ли индивид существовать в обществе? Значит творчество – выбор свободы, а затем ограничение этой свободы правилами, ведь архитектурное творчество направлено на использование его продукта человеком.

Из этого можно вывести цепочку: ограничение – выход из ограничения – рождение идеи – нахождение в идее изъянов, не подходящих обществу (общество – главный ограничитель) – ограничение идеи в той степени, в которой еще сохраняется ее уникальность – новая идея с учетом людских потребностей.

Новой идее в современном мире легче распространиться, благодаря технологиям и средствам массовой информации, однако тяжелее родиться и задержаться. Почему?

С помощью технологий человечество познает некоторые стороны мира быстрее, легче выявить проблему, а значит у большего количества людей возникнут идеи по ее решению. То есть для отдельно взятого генератора идей появляется большее количество ограничителей. Он ограничен вероятностью. Многие созданные вещи смущают ум, человек, смотря на них, задерживает рождение нового в своей голове. Возможно, это новое не подойдет в сложившийся порядок, возможно, оно уже создано, возможно, его создание невозможно – такие мысли стопорят движение идеи. Избыток знаний в определенной сфере существенно ограничивает возможность изобрести что-то новое в ней.

Типизацией называется отбор и применение в строительстве с многократным повторением наиболее индустриальных и экономичных строительных конструкций, а также проектных решений зданий и сооружений в целом. Унификация — это предельное ограничение числа видов и размеров строительных деталей, основанное на выборе наиболее рациональных из них, и приведение их в соответствие с основными размерами здания [3].

Современные психологи утверждают, что ни одна форма мышления, кроме творческого, мышлением не является. Это лишь механизм действий, усвоенный мозгом и доведенный до автоматизма.

Существование стереотипов связано как с облегчением процесса возведения зданий, так и с познавательной деятельностью каждого человека. То есть стереотипы происходят не только от создателя, но и от потребителя.

Положительные стороны существования стереотипов в строительстве и архитектуре:

1. Упрощение, ускорение и удешевление массового производства.
2. Надежность строительства.
3. В каждой культуре существуют собственные стереотипы, подстраиваясь под которые, люди обеспечивают себе более или менее стабильную социальную позицию.
4. Целостность формирования облика города, четкость разграничения функциональных зон населенного пункта.

Негативные стороны:

1. Формирование зачастую ошибочных образов, связанных с теми или иными зданиями. Человеческий ум любит однозначность. Историческое развитие и наследие архитектуры и строительства имеет огромное количество плодов – дворцов, храмов, особняков различных эпох. Процесс глобализации потакает образованию стереотипов: чтобы отделить одни храмы, дворцы и т.п. от других, люди наделяют архитектуру чертами характера, связывая их с представлениями о культуре-источнике того или иного стиля. Стрельчатое окно или витражная оконная роза приравниваются к инквизиции и чуме, ордерная система – к утопии и торжеству прогресса, широкие тротуары и гигантские площади – антиутопия и Большой брат [4].

2. Халатность. Уверенность в надежности образца того или иного здания зачастую приводит к снижению уровня безопасности при его возведении.

3. Автоматизация процессов мышления. Человек отказывается думать, воображать, а тем самым отказывается развиваться.

4. Серость городской застройки, агрессивная, утомляющая человеческий глаз среда.

5. Застой в развитии форм и конструкций. Привычное и знакомое помещает человека в зону комфорта и стабильности. Существование удачного образца, дешевого и легко вписывающегося в существующую застройку, лишает необходимости изобретать новое.

Общество формирует определенные устои, упрощая и подводя взаимодействия людей к целостности и порядку. Тенденции и направления не возникают спонтанно – к ним ведут определенные предпосылки. Существовавший и господствующий еще несколько лет назад архитектурный стиль встречается с противоречащим ему новым направлением. Стоит заметить, что жизнь индивидуальности сократилась, она превращается в стереотип раньше, чем возникает новая индивидуальность. Мода и авторитет, какими бы обоснованными и логичными они ни казались, ограничивают мышление творящего мозга архитектора ничуть не меньше, чем сложные и доведенные до автоматизма стереотипы. Только возникать их в первую очередь заставляет накопленный социальный опыт, а хорошая реклама и авторитет преподносящих ее. Таким образом, восприятие зависит не только от самого человека и тех убеждений, которые он впитал от окружающей его среды. Влияние социума «здесь и сейчас» формирует свои устои, давит авторитетом, что является субъективным понятием с эстетической точки зрения. Однако за эстетикой тянутся вопросы конструкций, норм безопасности, нормативных значений физических показателей и т.д., и, не желая задаваться ими, архитектор обращается к надежному с точки зрения закрепленного в государственной практике примера или с точки зрения рожденной и уже успевшей умереть, но не успевшей осознать это индивидуально-

сти. Жизнь модных течений становится все короче, а их продукты, несмотря на свои явные преимущества, зачастую ведут к тому же однообразию, которое диктовали предшественники.

Таким образом, и стереотипы, и модные течения являются теми ограничителями, которые, при применении в неправильном порядке, могут не дать новой идее найти свое рождение. Их ограничения могут помочь ей прижиться, но они должны быть использованы уже после ее возникновения и служить «полезными» ограничителями. Место стереотипа как ограничителя архитектурного творчества было определено следующим: он должен ограничивать идею на предпоследней стадии рождения идеи. Так некоторая часть нестандартного решения сохранится и найдет свое применение в настоящем проекте или работе, а также повлияет на будущие мозговые штурмы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стереотип / Википедия [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Стереотип>. – Дата доступа: 20.09.2019
2. Isaac Asimov asks, “How do people get new ideas?” / Isaac Asimov // Technology Review [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://www.technologyreview.com/s/531911/isaac-asimov-asks-how-do-people-get-new-ideas>. – Дата доступа: 20.09.2019
3. Индустриализация, типизация и унификация в строительстве// Cities-blango [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cities-blago.ru/lektsii-po-distipline-gradostroitelstvo/20-osnovy-arhitekturnogo-proektirovanija-lekcii/376-industrializacija-tipizacija-i-unifikacija-v.html>. – Дата доступа: 20.09.2019
4. Архитектурные стереотипы в культуре: зиккураты, готика, модерн/ Дарья Цепкова // Пространство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.prostranstvo.media/arhitekturnye-stereotipy-v-kulture-zikkuraty-gotika-modern>. – Дата доступа: 20.09.2019

УДК 72.01

ПРЕДПОЧТЕНИЯ И СТЕРЕОТИПЫ В ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ СТУДЕНТОВ-АРХИТЕКТОРОВ

М.А. ТАРАСОВА, Т.А. ТАРАСОВА
(Представлено: ФИЛИППЕНКО Я.Д.)

В статье представлены результаты опросов среди представителей архитектурного сообщества Полоцкого государственного университета на темы «Какой вы видите архитектуру?» и «Ваши предпочтения в стилевых направлениях архитектуры и дизайна». Проведенный опрос помог определить предпочтения студентов-архитекторов, а также возможные тенденции развития архитектуры.

Каждое поколение студентов-архитекторов тем или иным образом влияет на будущее архитектуры в целом. Необходимо представлять, что интересует будущих создателей среды на данном этапе, чтобы предположить, как и в каком направлении будет развиваться архитектура, что является препятствием на пути возникновения идеи и последующего превращения ее в архитектурный объект.

Большинство людей стремится к социализации, к передаче информации между собой и другими. В обществе помимо общепринятых моральных ценностей существуют негласные устои, влияющие на человека и его жизненную позицию. Общественные стандарты меняются относительно медленно, и человек старается следовать им, чтобы сохранить свой статус. Стабильность означает безопасность, твердую землю под ногами при минимуме затрат, ведь они ушли на формирование этого образа «стабильной личности», за который легко уцепиться. Аналогичная ситуация складывается при изучении творческого процесса работы студента-архитектора. Современный мозг боится заимствовать элементы стилей и других эпох в создании определенных видов зданий. К архитектуре прошлого относятся как к недостижимому, ушедшему без надежды на возвращение, в архитектуре современности видят переход к рациональному торжеству прогресса над суевериями, который ожидает архитектуру будущего. Молодой архитектор разграничивает эти понятия с такой легкостью, что шанса на симбиоз не остается. Тем не менее многие виды «зодчества прошлого» обладают как визуальными, так и конструктивными достоинствами и, в какой-то степени, могли бы посоревноваться с примерами современной архитектуры или хотя бы дополнить ее. Мало кто представляет использование декоративных витражных окон или декоративной лепнины. Здесь ограничение диктуется не только прошлым, но и настоящим: мода, ратующая за рациональность, минимализм, простоту форм, завладевающая социумом и авторитетом до проявления агрессии, отворачивает молодые умы от использования и изучения элементов архитектуры прошлого. Современные технологии строительства позволят безопасно применить практически любой такой элемент [1].

В настоящий момент можно говорить о таком понятии, как «поношенность» стиля. В древности стили господствовали веками. Чем ближе история подходит к двадцать первому веку, тем короче жизнь определенного направления как в архитектуре, так и в других сферах творчества. Еще недавно человеку требовалось активно использовать долговременную память для выполнения работы. Он был востребован, если вмещал в голове большие объемы знаний. Теперь, в эру, когда любой термин, любой ответ на математическую задачу, любой пример произведения искусства можно найти в интернете, людям приходится не пытаться удержать информацию в голове, но уметь оперировать ею. Человеку становится сложнее помнить значительные объемы информации, мозг стремится к упрощению и краткости, что можно заметить в архитектуре. Жизнь модных течений становится все короче, а их продукты, несмотря на свои явные преимущества, зачастую ведут к тому же однообразию, которое диктовали предшественники.

Среди представителей архитектурного сообщества Полоцкого государственного университета (студентов и преподавателей) был проведен социальный опрос на основе проведенного опроса в Уральском государственном архитектурно-художественном университете [2]. Исследование проводилось с февраля по март 2019 года. Представленная анкета содержала две части. Первая часть представляла опросник в двух разделах, содержащих общей сложностью 10 вопросов следующего содержания:

1. Что первым приходит вам в голову, когда вы слышите словосочетание «архитектура прошлого»?
2. Что первым приходит вам в голову, когда вы слышите словосочетание «современная архитектура»?
3. Что первым приходит вам в голову, когда вы слышите словосочетание «архитектура будущего»?
4. Какой бы вы хотели видеть архитектуру будущего?
5. Что первое приходит Вам в голову, когда вы слышите словосочетание "жилой дом"?
6. Что первое приходит Вам в голову, когда вы слышите слово "школа"?
7. Что первое приходит Вам в голову, когда вы слышите словосочетание "промышленное сооружение"?
8. Что первое приходит Вам в голову, когда вы слышите слово "храм"?
9. Что первое приходит Вам в голову, когда вы слышите словосочетание "административное здание"?
10. Что первое приходит Вам в голову, когда вы слышите словосочетание "развлекательный центр"?

Первую часть заполнили 40 человек.

Вторая часть представляла собой опрос-голосование «Ваши предпочтения в стилевых направлениях архитектуры и дизайна». В нем было указано 23 стилевых явления в истории архитектуры и дизайна, которым

нужно было начислить количество баллов от 1 до 10 в зависимости от личных предпочтений респондента. Вторую часть заполнили 23 человека группы 16-АРХ Полоцкого государственного университета.

Задача первой части исследования, как и в опросе Уральского университета, – получение от респондентов ассоциаций и оценок архитектуры прошлого, настоящего, прогностических высказываний об архитектуре будущего, того, что, по их мнению, необходимо взять на вооружение, а от чего стоит отказаться и оставить в прошлом, а также их ассоциации с определенными типами архитектурных сооружений. Задача второй части – выяснение стилевых предпочтений архитектурного сообщества, а именно той части наследия, которая может повлиять на творчество архитекторов и дизайнеров, а значит и на среду [2].

На основе полученных в первой части результатов были созданы «облака слов», где самые часто повторяющиеся варианты ответов респондентов были выделены наибольшим размером шрифта. Так, в вопросе об ассоциациях со словосочетанием «архитектура прошлого» лидерами оказались «Древняя Греция», «Греция», «Монументальность». На вопрос об «современной архитектуре» большая часть отвечающих склонилась к «Минимализму», «Стекло», «Простоте», «Комфорту», «Новым технологиям». «Архитектура будущего» выразилась в словах «Комфорт», «Небоскребы», «Стекло», «Новые технологии». Опрошенные хотели бы видеть архитектуру будущего «комфортной», «минималистичной», «продвинутой». На основании схожестей в размышлениях по поводу современной архитектуры и архитектуры будущего можно сделать вывод об осознании архитекторами течения прогресса, своих настоящих возможностей, а также современных технологий. Не исключено, что многие из опрошенных склоняются к тому, что будущее архитектуры уже наступило.

В первой части были сделаны следующие выводы: респонденты относятся к архитектуре прошлого с ностальгией и уважением, но считают ее нерациональной и невовзвратной, их мнение разделилось по отношению к современной архитектуре: кто-то указывает на медленную скорость прогресса, кто-то отмечает его наличие. В архитектуре будущего респонденты ориентировались на рациональность и разум, отмечали экологическую ситуацию в мире, базировали свои предложения для будущего на основе существующих на данный момент проблем.

Результаты второй части исследования приведены на рисунке 1.

Во второй части большее количество баллов набрала готика. За готикой идут современная арх. кон. 20–21 вв., органический дизайн, минимализм, конструктивизм – одни из самых модных и актуальных на сегодняшний день направлений. Это может говорить о том, что студенты-архитекторы ратуют за рациональные, технологичные и существующие в сочетании с природой формы и конструкции. Несмотря на это, их все еще впечатляет готика. Не исключено, что эмоциональность, величественность готического стиля оставляет впечатление «доминантности» и стойкости, что нередко поощряется среди молодежи. Большое количество баллов набрали модерн и архитектура Античности. Короткие сроки существенного влияния модерна, неожиданность и мятежность его появления и угасания могут стать объяснением заинтересованности архитекторов в нем. На вопрос, почему античная архитектура не заняла места выше в таблице, можно ответить словами историка архитектуры Швидковского: «Никому не удастся достичь органичности античного ордера и связи с забытыми представлениями о мироздании» [2], [3]. Можно сделать вывод, что предпочтительной является рациональная и продвинутая архитектура (современная арх. кон. 20–21 вв.), базирующаяся на новаторских конструктивных и инженерных решениях (готика, модерн).

«Ваши предпочтения в стилевых направлениях архитектуры и дизайна»

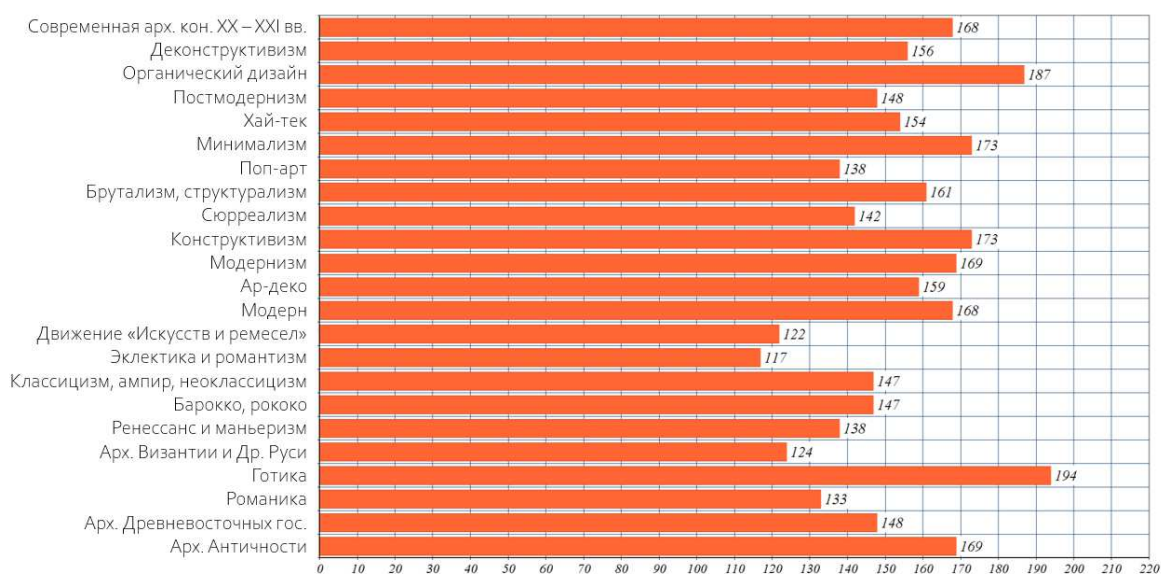


Рисунок 1. – Вторая часть опроса-исследования

Таким образом, по проведенному исследованию предпочтения современного студента-архитектора во многом опираются на архитектуру ранних периодов, но при этом четко выделяется тенденция к функциональному, органическому и минималистичному взгляду на архитектуру и дизайн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Isaac Asimov asks, "How do people get new ideas?" / Isaac Asimov // Technology Review [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <https://www.technologyreview.com/s/531911/isaac-asimov-asks-how-do-people-get-new-ideas>. – Дата доступа: 20.09.2019
2. Жуйков С.С., Образ архитектуры в стереотипах архитекторов / Жуйков С.С. // Уральский государственный архитектурно-художественный университет. – 2007
3. Швидковский Д. О. От мегалита до мегаполиса: очерки истории архитектуры и градостроительства. М.: Архитектура-С, 2009. – 480 с.

УДК 728

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ
ЖИЛОГО МИКРОРАЙОНА БИЛЕВО-1 В ГОРОДЕ ВИТЕБСКЕ****ШИБЕКО К.В.***(Представил: доц. ШЛЕЙМОВИЧ М.М.)*

В данной статье проведен подробный анализ планировки и застройки жилого микрорайона Билево-1 в городе Витебске, выявлены положительные и отрицательные стороны проектных решений и строительства.

Введение. Билево-1 – это один из микрорайонов жилого района Билево. Малое жилое образование, как часть административного Первомайского района, берет начало от перекрестка улиц Короткевича и Московского проспекта и заканчивается перекрестком улиц Баграмяна и Генерала Ивановского. Основная транспортная связь с центром Витебска намечена по проспекту Строителей. В перспективе, жилой район станет одной из основных спальных зон города.

Микрорайон спроектирован специалистами «Витебскгражданпроекта». Над проектом работали: В. П. Андаралов, Н. П. Жуковская, Н. П. Покоева. По проекту жилой фонд Билево-1 составляет 250 тысяч квадратных метров, или 4100 квартир с населением около 12 тысяч человек. Строительство началось 1 апреля 2005 года.

Одними из важнейших составляющих застройки микрорайона являются его планировка и композиция. Они напрямую влияют на восприятие микрорайона его жителями и гостями, от них зависит комфорт проживания. Поэтому далее будут проанализированы планировочные и композиционные решения Билево-1, выявлены основные преимущества и недостатки, а так же возможные причины, которые привели к ним.

Исследование планировочной структуры микрорайона. При проектировании различают следующие виды структур: планировочную, функциональную, композиционную, структуру застройки и др. Наиболее важной считается планировочная структура, которая характеризуется взаимоувязанным размещением транспортных и пешеходных путей, важнейших узлов тяготения населения, природных компонентов, основных функциональных зон и формируется планировочным каркасом, который образовывается из двух составляющих – урбанизированной и природной. Планировочный каркас состоит из осей и центров.

Территории, расположенные между планировочными осями и центрами, образуют заполнение планировочного каркаса. Заполнение неоднородно и включает специализированные территориальные зоны, различные по назначению, принадлежности, композиционной значимости.

Перейдем к анализу планировки непосредственно микрорайона Билево-1. Микрорайон окружён магистральными улицами категории А – улицы Короткевича, Баграмяна, Генерала Ивановского и улицей категории М – Московским проспектом. С этих улиц обозревается периметр Билево-1, внешняя застройка и внешние узлы – торгово-общественные центры (магазин Ганна и т.д.). Северная и южная половины микрорайона разделены магистральной улицей Богатырёва, что противоречит нормативным требованиям. С этой улицы обозревается центр микрорайона и планировочные узлы, главным из которых является школа, а так же торговый центр и детский сад.

Данные улицы обеспечивают транспортную связь микрорайона, а застройку вдоль них вполне можно назвать удачной. Однако не совсем понятно, почему новые улицы (Баграмяна, Ивановского, Короткевича) принадлежат именно категории А, так как с существующим потоком машин справились бы улицы и с более низкой категорией.

В основе микрорайонных систем застройки лежат пешеходные пути движения (пешеходный каркас). Почти все пешеходные связи были направлены в геометрический центр микрорайона (рисунок 1). При этом сам центр малого жилого образования не насыщен общественными объектами и местами притяжения. Так же в центре микрорайона пешеходные связи частично обрываются. Крупный бульвар переходит в узкий тротуар. Пешеходные оси не имеют завершения. Бульвары не обслуживаются.

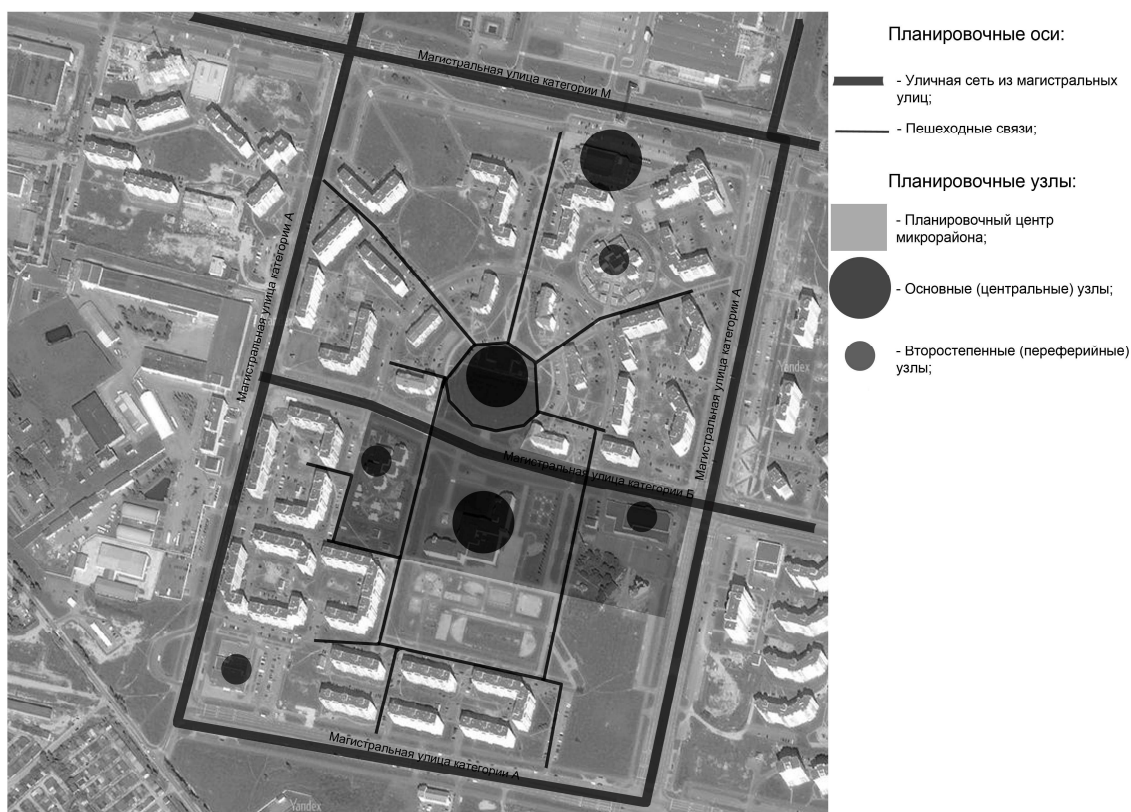


Рисунок 1. – Анализ планировки микрорайона Билево-1

Планировочные узлы (торговые и общественные центры, школа, детсад) размещены достаточно удачно. На них направлены значительные людские потоки. Школа и недостроенный общественный центр занимает центральное положение. Больших входных площадей эти сооружения не имеют (есть площадь на территории школы). Однако размещение детского сада на северо-востоке микрорайона практически во дворе жилых домов противоречит нормативным документам.

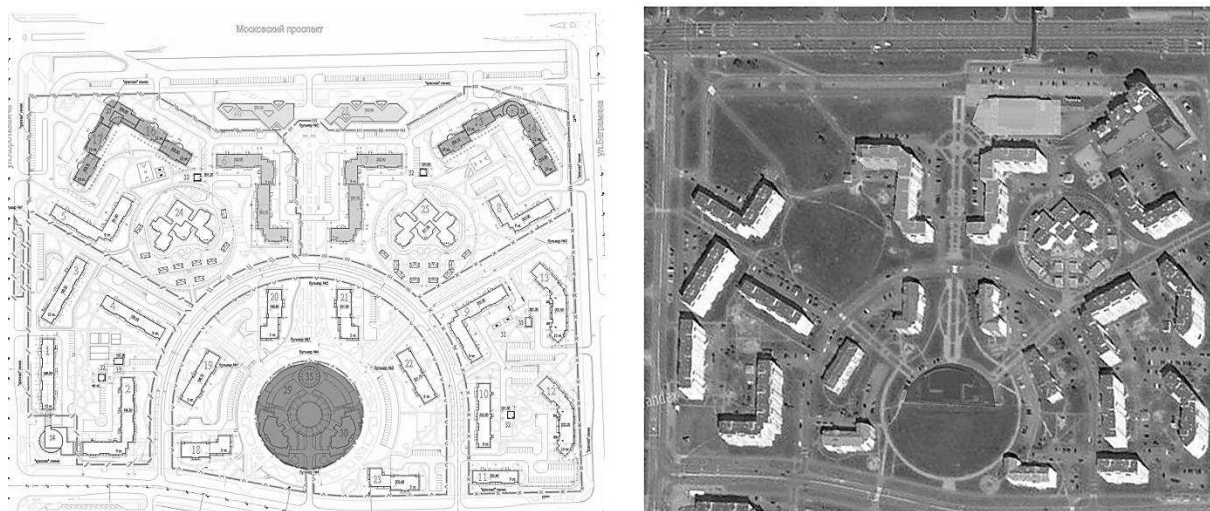
Важно отметить, что многие жилые и общественные объекты, которые были предусмотрены в проекте микрорайона, не построены или построены со значительными изменениями и упрощениями. Из-за этого на многих важных, с планировочной точки зрения, местах сейчас находятся неблагоустроенные пустыри. Это серьёзно снижает комфортность проживания в Билево-1. Далее перейдём к анализу композиционных решений малого жилого образования.

Исследование композиционной структуры микрорайона. Одна из ключевых особенностей архитектурной композиции градостроительных объектов заключается в том, что упорядочение среды обитания обеспечивается не только законами красоты, но и организацией комфортных условий жизнедеятельности людей, всем спектром функциональных, социальных, экономических, экологических качеств градостроительного объекта.

Застройка микрорайона определяется общим композиционным замыслом, который увязывается с окружением, его местом в городе и жилом районе. Для архитектурной композиции градостроительных объектов характерен принцип тройственности композиционных средств, который заключается во взаимосвязанном проектировании: пространственных условий зрительного восприятия; визуально-пространственной структуры жилого образования и конкретных визуальных характеристик зданий и образованных открытых пространств.

Визуально-пространственная структура формируется выделением главного и второстепенного. Визуально-пространственная структура малого градостроительного жилого образования состоит из ряда композиционно значимых элементов и отношений между ними. К элементам относятся: композиционные акценты и фон; композиционные узлы и заполнение; отрезки единого облика.

Рассмотрим непосредственно композиционные особенности исследуемого микрорайона. Композиция проекта Билево-1 строилась на основе симметрии (в особенности в северной половине (рис. 2)). Однако проект был воплощён не полностью и идея симметрии сильно пострадала. Главенствующими композиционными качествами обладает застройка вдоль Московского проспекта.



**Рисунок 2. – Анализ композиции северной части микрорайона Билево-1
(проект и существующая ситуация)**

Строительные объёмы (дома) наиболее полно воспринимаются с окружающих улиц, в особенности с Московского проспекта, а так же с пешеходного моста через этот проспект. Рельеф местности равнинный. Точки восприятия находятся на перекрёстках улиц.

Главные композиционные акценты проекта – это два (по проекту, а в натуре – один) многоэтажных кирпичных дома ступенчатой формы, которые запроектированы на углах микрорайона на северо-западе и северо-востоке. 15-этажные секции размещены ближе к Московскому проспекту, на них обращено основное внимание проезжающих по автомагистрали. Эти «башни» являются своеобразным обрамлением микрорайона и основными визуальными акцентами.

Ещё один композиционный акцент – два симметричных 7-этажных панельных дома, которые являются своеобразными «воротами» микрорайона. Между ними проходит основная пешеходная аллея, ведущая от Московского проспекта вглубь малого жилого образования. Эти дома находятся прямо на оси симметрии, по центру застройки. Их архитектурное решение так же работает на «приглашение», за исключением того, что подъезды обращены в сторону визуальной оси, из-за этого теряется ощущение парадности, а этажность домов слишком мала. Схожие характеристики и функции имеет торговый центр перед этими домами (по проекту – два симметричных).

Последним важным композиционным акцентом северной части микрорайона является торговый объект в центре. Однако он так же потерял часть своих характеристик, так как по проекту данный объект занимал территорию в два раза больше и имел уникальный архитектурный облик.

Остальные жилые дома так же имеют симметричные черты в своём композиционном решении, однако эти черты не такие яркие, а здания являются композиционным фоном или зонами единого облика. Облик жилого образования воспринимается пешеходами с центральной аллеи, а так же тротуаров вдоль автомобильных дорог.

Стоит отметить, что центр северной половины микрорайона полукругом обрамляют 5-этажные жилые дома, но из-за слишком разреженной застройки и из-за того, что некоторые дома обращены подъездами на открытую территорию, не достигается эффект закрытости территории. Дома как-бы стоят по отдельности и композиционной связи и целостности между их расположением не наблюдается.

Композиция южной части Билево-1 довольно скучная. Её центром является участок школы – плоскостной обширный объект, занимающий треть территории. Само здание школы роль акцента или доминанты не выполняет. Дома по периметру однотипные и соответствуют фоновой застройке. По бокам от школы на Западе и Востоке располагаются детский и сад и торговый центр. Пешеходные оси – аллеи обрамляют территорию школы, а взгляд человека, находящегося на них, направлен на торцы типовых домов. Композиционного завершения осей нет.

На востоке южной части Билево-1 за торговым центром находится небольшая церковь с хозяйственными постройками и старым кладбищем. По всей видимости, эти объекты находились тут ещё до постройки. Кладбище закрыто от посторонних взглядов, оно находится в удалении от жилых домов.

На территории микрорайона расположено 25 жилых зданий (от 5 до 15 этажей, 1–3 секции) и 7 общественных (школа, детские сады, торгово-общественные центры). Число открытых пространств непропорционально велико числу объёмов зданий. Видимые размеры строительных объёмов и открытых пространств в

большинстве случаев так же велики и непропорциональны человеку. В плане микрорайона в расположении объёмов наблюдаются признаки симметрии, но с человеческого взгляда симметрия почти не читается. Объёмы зданий расчленены на панели, это членение подчёркивает и колористика. Сооружения имеют максимально простую форму параллелепипеда и почти не имеют мелких деталей.

Панели домов окрашены в несколько цветов (жёлтый, синий, бежевый). Здания имеют отделку штукатуркой. Освещения в микрорайоне хватает, большинство фонарей работает исправно.

В целом композиция микрорайона не удачная, то, что красиво смотрелось на плане, в жизни с человеческого роста потеряло свои качества. И, конечно, то, что многое из проекта пока не построено, сильно повлияло на композицию.

Заключение. Подводя итог, можно сказать, что композиция и планировка микрорайона скорее неудачны, это подтверждают и жители Билево-1 как при личных опросах, так и на различных интернет-площадках и изданиях. Основными проблемами, связанными с композицией и планировкой, Билево-1 являются:

- Слишком разреженная и неплотная застройка, наличие незастроенных территорий, пустырей;
- Типовые одинаковые здания, создающие скучный и неинтересный облик микрорайона;
- Непродуманные и не в полной мере реализованные пешеходные связи. Бульвары, не имеющие композиционных завершений;
- Открытые и неудобные дворы, не дающие ощущения принадлежности территории двора жильцам;
- Слишком мало композиционных акцентов, почти вся застройка фоновая.

Однако важно отметить, что Билево-1 достаточно молодой район, вокруг которого продолжается стройка, как жилья, так и торговых, социальных объектов. Поэтому возможно, что пустующие территории внутри микрорайона вскоре привлекут инвесторов, и они будут застроены. Важно, чтобы новые здания создавались с опорой на существующий проект – тогда значительно улучшатся композиционные и планировочные качества микрорайона, художественно-выразительный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Билево / Витебская энциклопедия // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.evitebsk.com/wiki/Билево>. – Дата доступа: 10.03.2019.
2. Билево-1 / Витебская энциклопедия // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.evitebsk.com/wiki/Билево-1>. – Дата доступа: 10.03.2019.
3. Шлеймович, М.М. Градостроительное жилое образование в большом городе: методические указания к выполнению курсового проекта для студентов специальности «Архитектура» в двух частях / Шлеймович М.М. УО «ПГУ», Новополоцк, 2014.
4. ТКП 45-3.01-116-2008 (02250). Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки. – Минск: Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2008.

УДК 711.4

**ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ЗДАНИЙ И БЛАГОУСТРОЙСТВА
ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНА БИЛЕВО-1 В ГОРОДЕ ВИТЕБСКЕ****ШИБЕКО К.В.***(Представлено: доц. ШЛЕЙМОВИЧ М.М.)*

В статье проведен подробный анализ архитектуры жилых и общественных зданий и благоустройства микрорайона Билево-1 в городе Витебске, а так же проанализировано влияние этих решений на комфортность проживания в микрорайоне.

Введение. Билево – это крупный жилой район в восточной части Витебска. Данный район является своеобразными «воротами», так как через этот участок проспекта в город въезжают гости из Москвы, Минска и других городов. Билево – один из крупнейших, но при этом молодых жилых районов Витебска, чьё бурное развитие происходит до сих пор.

Билево-1 – это микрорайон, который входит в состав жилого района Билево. Малое жилое образование берет начало от перекрестка улиц Короткевича и Московского проспекта и заканчивается перекрестком улиц Баграмяна и Генерала Ивановского.

Малое жилое образование спроектировано архитекторами В.П. Андараловым, Н.П. Жуковской, Н.П. Покоевой. Жилой фонд микрорайона равен 250 тысяч квадратных метров (4100 квартир). Население Билево-1 составляет 12 тысяч человек. Строительство началось 1 апреля 2005 года.

Одними из самых важных элементов застройки микрорайона являются здания, их архитектурный облик – это то, что человек видит каждый день, где он проводит свою жизнь. Именно поэтому застройка микрорайона для обычных людей представлена главным образом жилыми зданиями. Ещё одной важной составляющей малого жилого образования является благоустройство территории, как прилегающей к зданиям, так и общей. Архитектура зданий и благоустройство важны не меньше, чем композиция и планировка микрорайона. Поэтому далее будут проанализированы архитектурные решения Билево-1, выявлены их основные преимущества и недостатки.

Исследование архитектуры жилых и общественных зданий Билево-1. Посредством выявления конкретных визуальных (зрительных) характеристик строительных объемов зданий и сооружений, их геометрических параметров и видов (стилевого, высотного, пластического и цветового решения, ландшафтного окружения и характера благоустройства) определяют облик застройки малого градостроительного жилого образования. Застройку микрорайонов в основном формируют жилые здания.

Добиваясь выразительности, следует уделять особое внимание типам и приемам застройки улицы. Типы застройки выделяются по рисунку в плане. Для регулярной застройки характерно взаимное размещение зданий в плане параллельно или перпендикулярно друг другу и красной линии улицы. Свободная застройка возникает при размещении зданий в плане непараллельно и неперпендикулярно друг другу и красной линии. При сочетании регулярной и свободной застроек формируется комбинированная застройка. Тип застройки Билево-1 – комбинированный.

Архитектура микрорайона в целом представлена типовыми многоэтажными (6-10 этажей) крупнопанельными домами (серии 111–108) (рис. 1). Таких насчитывается 25. Подобные дома встречаются практически во всех микрорайонах Беларуси и не обладают какими-либо отличительными признаками. Одной из главных причин, почему при строительстве жилого района предпочтение было отдано именно этому типу зданий, является то, что в непосредственной близости расположен завод КПД.



Рисунок 1. – Застройка микрорайона Билево-1

Помимо крупнопанельных домов есть 3 каркасных жилых здания на северо-востоке малого жилого образования. Один кирпичный дом ступенчатой формы запроектирован на углу микрорайона (пересечение Московского проспекта и улицы Баграмяна). 15-этажные секции здания размещены ближе к московскому проспекту, на них обращено основное внимание проезжающих по автомагистрали. Эта «башня» является своеобразным обрамлением микрорайона и основным визуальным акцентом. Архитектуру здания нельзя назвать типовой, но и особых отличительных черт дом не имеет. Два других непанельных дома расположены вдоль улицы Баграмяна, там же на северо-востоке. Они имеют повышенную этажность, в сравнении с панельными зданиями. Архитектура их так же отличается, но не обладает уникальными признаками.

Помимо вышеперечисленных многоэтажных жилых зданий в Билево-1 так же расположено шесть 5-этажных домов. Они полукругом обрамляют центр микрорайона, но из-за слишком разреженной застройки нет эффекта закрытости территории. Дома как-бы стоят по-отдельности и композиционной связи и целостности между их расположением не наблюдается.

Главенствующими композиционными качествами обладает застройка вдоль Московского проспекта. Два симметрично расположенных 7-этажных панельных дома, находящиеся по центру малого жилого образования со стороны проспекта, являются важными композиционным акцентами. Их можно назвать своеобразными «воротами» микрорайона. Между ними проходит основная пешеходная аллея, ведущая от Московского проспекта вглубь жилого образования. Эти дома находятся прямо на оси симметрии, по центру застройки. Остальные здания так же имеют симметричные черты в своём планировочном и композиционном решении, однако эти черты не такие яркие, а здания являются композиционным фоном.

Архитектура общественных зданий не превосходит жилую архитектуру – типовые примитивные объёмы магазинов с большим количеством скучных глухих фасадов. В микрорайоне 4 торгово-общественно-деловых центра. Их этажность составляет 2–3 этажа. Кроме того, в Билево-1 расположена школа и 2 детских сада.

Колористика и цвет. Цветовые решения оставляют желать лучшего. Панели домов окрашены в несколько цветов (жёлтый, синий, бежевый и т.д.), как и большинство подобных домов в Витебске. Со временем они высветляются, смываются и приобретают бледный цвет. На фасадах заметны попытки создать некую композицию и динамику из нескольких цветов (рисунок 2). Единственный достойный вариант колористики – это кирпичный дом, расположенный вдоль Московского проспекта, ведь цвета природных строительных материалов приятней искусственным краскам. Колористика магазинов не лучше – цветные или серые металлические панели, либо чрезвычайно скучные, либо яркие.



Рисунок 2. – Жилые и общественные здания микрорайона Билево-1

Дворовые пространства. Двор является важной составляющей микрорайона. И главное его качество на сегодняшний день – закрытость (от транзита, транспорта и т.д.)

Однако закрытыми можно назвать лишь около трети дворов микрорайона. В остальных же чувства защищённости и индивидуальности нет. Дворы сложно закрыть из-за норм инсоляции (лестничные клетки, а соответственно и подъезды в большинстве случаев выходят на северную сторону, а не в одно дворовое пространство), из-за типовых прямоугольных примитивных форм зданий, из-за загруженности транспортом. И, например, если четыре дома образуют почти закрытый квадрат, то в это пространство выходят подъезды лишь двух домов, остальные обращены на магистраль и открытые пространства.

На северо-востоке микрорайона практически во дворе находится территория детского сада, что крайне нежелательно. В некоторых домах в квартирах первого этажа находятся маленькие магазины, такие решения достаточно спорны и нарушают облик. Благоустройство дворов скудное. Озеленения во дворах нет.

Дворы заняты автостоянками «у дома». Они практически полностью удовлетворяют запросам жителей, но занимают очень много места. Первое, что видит человек, выходя из дома – машины и проезды. Подземных и закрытых гаражей нет, хотя по проекту подземная стоянка была запланирована в центре микрорайона. Транспортного транзита через дворы не осуществляется.

Пешеходная доступность до остановок транспорта отвечает всем нормам и составляет менее 400 метров (в среднем 300 метров). Проезды запроектированы с учётом всех нормативных требований, они редко превышают 150 метров.

Озеленение и благоустройство микрорайона. За более чем 10 лет после постройки Билево-1 в районе практически нет деревьев. На всей территории визуально можно увидеть не более 10 крупных деревьев, за исключением участка школы, который постепенно озеленяется.

Практически каждый год во дворах и на аллеях высаживаются саженцы деревьев, но из-за того, что они слишком молодые и ухода за ними нет, выживаемость среди растений близка к 0. На аллеях достаточно много скамеек и урн, но на сегодняшний день многие из них находятся в неудовлетворительном состоянии. На севере, при входе в микрорайон есть небольшие кашпо.

Улицы, проезды и аллеи освещены. Детских площадок мало, они не интересны. Другого благоустройства практически нет. Нет площадок для отдыха взрослых. Нет в микрорайоне ни парка, ни сквера. Внедворовые территории плохо убираются и почти не обслуживаются, аллеи не чистят от снега, скамейки и ограды не чинят. Качество укладки тротуарной плитки и асфальта неудовлетворительно.

Заключение. Подводя итог, важно отметить, что основными проблемами с точки зрения благоустройства территорий и архитектуры зданий Билево-1 являются: слишком разреженная и неплотная застройка; типовые и скучные здания со спорным цветовым решением; низкое качество благоустройства и отсутствие зелёных зон и насаждений; открытые и неудобные дворы, не дающие ощущения принадлежности территории двора жильцам; перегруженность парковок во дворах и не востребованность парковок вне дворовых территорий и т.д.

Стоит отметить, что чрезвычайно важно на сегодняшний момент обновить всё благоустройство в Билево-1 (фактически создать): разместить требуемые нормативными документами, безопасные и комфортные детские площадки; зоны отдыха для разновозрастных групп; зону для общения жильцов; спортивные зоны с площадками для активных игр, тренажёрами, турниками, беговыми дорожками.

Так же на комфорт проживающих повлияет создание зон для тихого отдыха, микрорайонной площади для массовых мероприятий. Необходимо активно озеленять территорию взрослыми саженцами деревьев, кустарниками, создать сквер или микрорайонный сад, парк. Дать возможность появиться уличному искусству (граффити, скульптуре). Очень важно дополнительно запроектировать сеть велосипедных дорожек по всему району с крытыми велопарковками.

Основа микрорайона – жилые дома. Улучшить их архитектурный облик может помочь модернизация. Модернизация включает в себя изменение колористики фасадов на более спокойное решение, близкое к натуральным материалам и цветам с наличием ярких акцентов. Возможно изменение облика фасадов с помощью пристройки лоджий и других элементов. Важно сделать каждый дом уникальным, но при этом, что бы все здания оставались в едином стиле. Так же важно максимально закрыть дворы от транзита и внешнего воздействия при помощи возведения дополнительных зданий и других сооружений, плотного озеленения и т.д. Всё это значительно повысит чувство комфорта и защищённости жильцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Билево / Витебская энциклопедия // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.evitebsk.com/wiki/Билево>. – Дата доступа: 10.03.2019.
2. Билево-1 / Витебская энциклопедия // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.evitebsk.com/wiki/Билево-1>. – Дата доступа: 10.03.2019.
3. Шлеймович, М.М. Градостроительное жилое образование в большом городе: методические указания к выполнению курсового проекта для студентов специальности «Архитектура» в двух частях / Шлеймович М.М. УО «ПГУ», Новополоцк, 2014.
4. ТКП 45-3.01-116-2008 (02250). Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки. – Минск: Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2008.

УДК 721.001

**АНАЛИЗ ПЕШЕХОДНЫХ ТРАНЗИТОВ И КАЧЕСТВА ИХ ОБУСТРОЙСТВА
НА ПРИМЕРЕ ОБЩЕГОРОДСКОГО ЦЕНТРА НОВОПОЛОЦКА****В.П. КАШНИКОВА, А.С. СТАНКЕВИЧ**
(Представлено: В.И. МАТВЕЙЧУК)

Объектом исследования являются пешеходные транзиты общественных центров и качество их обустройства на примере города Новополоцка. В статье приводятся результаты натурных исследований общегородского центра Новополоцка.

Для достижения комфортных условий городского пространства еще в середине прошлого века было сформулировано 10 принципов Нового урбанизма. Новый урбанизм возник в США как путь решения проблемы распластанных городов с крупными пригородами. Появились проблемы с перегрузкой магистралей, отсутствием безопасных пешеходных путей. Новый урбанизм создаёт условия для создания пешеходного города с кварталами, населёнными соседями. Новый урбанизм включает 10 принципов: пешеходная доступность, соединённость, смешенное использование, разнообразная застройка, качество архитектуры и городского планирования, традиционная структура соседства, более высокая плотность, зелёный транспорт, устойчивое развитие и качество жизни [1, с. 23–24].

Ключевое значение в концепции Нового урбанизма играет пешеходная доступность к объектам тяготения населения. Создание комфортной и безопасной пешеходной доступности является важной задачей для тех мест городов, в которых сконцентрировано наибольшее количество объектов общественного обслуживания. Наибольшее количество таких объектов располагается в общественных центрах городов. Для того, что бы создать рекомендации по формированию хорошей пешеходной доступности была поставлена цель проанализировать основные проблемы и конфликтные ситуации, которые возникают в общественных центрах на примере города Новополоцка. Для определения путей решения выявленных проблем было проведено комплексное исследование территории общегородского центра, расположенного между улицами Блохина, Молодежная, Юбилейная и Кирова. Данная территория является ядром общегородского центра – основным общественным пространством центральной интегрированной зоны города, которое объединяет в себе торговые, культурные, административные, спортивные, обслуживающие и многие другие функции. Это ставит определенные задачи в достижении грамотной организации пространства, в котором следует уделить большое внимание к пешеходным связям и транзитам. От качества и грамотности организации которых зависит создание современной и доступной среды, обеспечивающей общественному центру востребованность и функциональность.

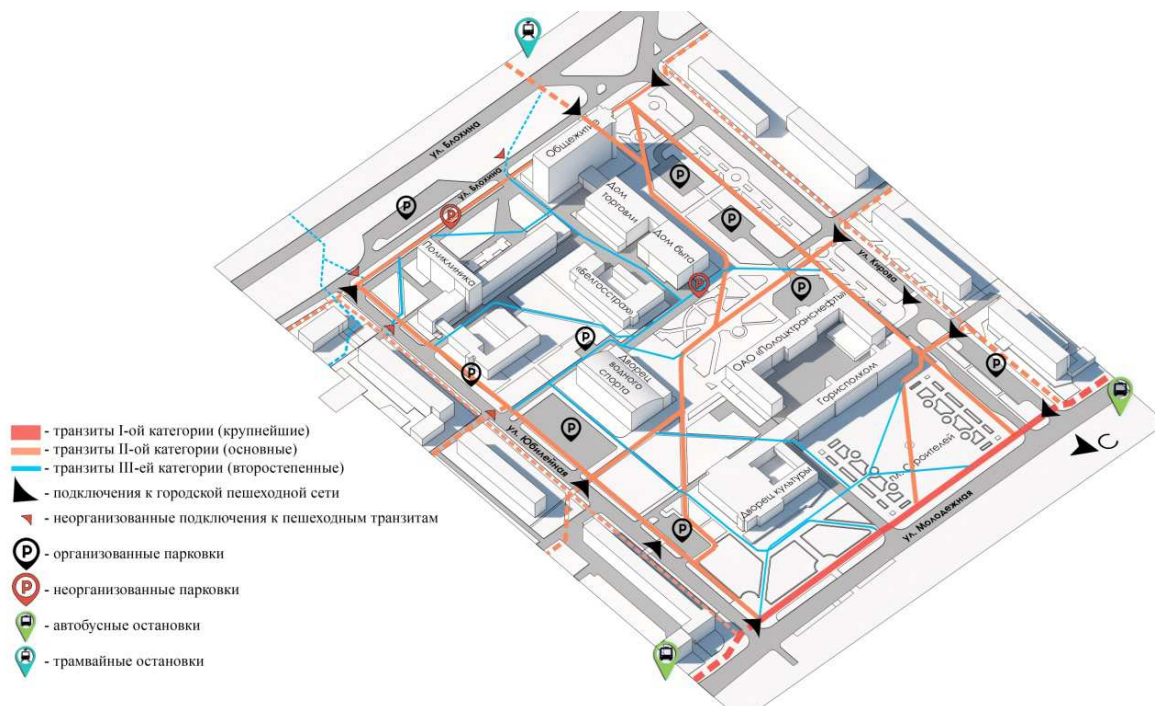
Рассматривая пешеходные транзиты и связи в рамках общегородского центра, можно выявить несколько уровней (категорий) потоков людей на них. Деление на категории основных транзитов осуществлялось исходя из численности людей, которые их осуществляли.

К первой и основной категории относится пешеходный транзит вдоль ул. Молодежная. Он является основным пешеходным «коридором», который используется для связи общегородского центра с прилегающими жилыми микрорайонами и доступа к общественной транспортной сети города.

Ко второй категории относятся периметральные пешеходные пути, обеспечивающие доступ к центру вдоль улиц и доступ из внешней городской пешеходной сети. Так же ко второй категории можно отнести крупные пути внутри общегородского центра, которые являются транзитами либо связывают различные функциональные территории и объекты общественного назначения. В данном случае через территорию общественного центра проходит диагональный транзит с запада на восток, связывающий жилые и общественные территории с остановкой общественного транспорта, а также, с главной магистралью города ул. Молодежная. (Можно заметить, что в случае направления с юга на север, аналогичный диагональный транзит не организован, что затрудняет направленное передвижение по территории)

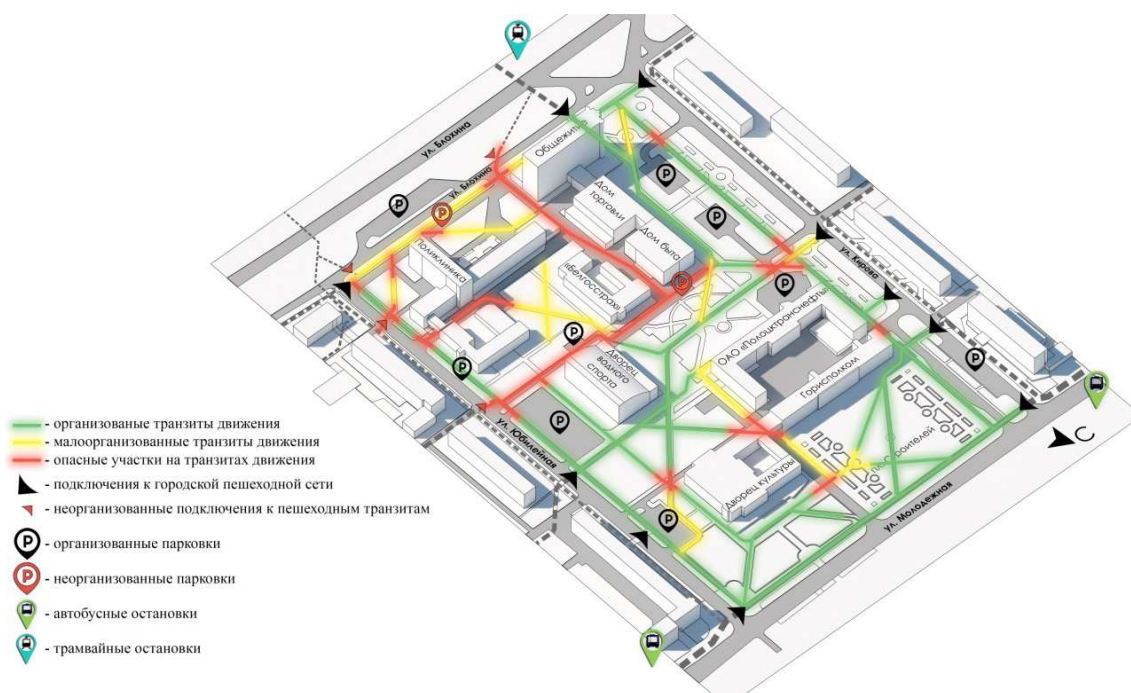
К третьей категории можно отнести не крупные (второстепенные) пешеходные пути. Они служат в основном для внутриквартальной связи объектов общественного центра с более крупными путями.

Данные категории пешеходных путей были отмечены на модели общегородского центра Новополоцка, представленной на рисунке 1.



**Рисунок 1. – Анализ пешеходных потоков (транзитов)
в общегородском центре Новополоцка**

Пешеходные потоки распределены по территории неравномерно, главной пешеходной осью является транзит вдоль магистрали ул. Молодежная, далее по периметру квартала так же проходят организованные пешеходные потоки. Внутри квартала организованными и основными потоками являются только пути движения от перекрестка Блохина – Кирова, и от перехода вдоль ул. Школьной к дворцу водного спорта Садко и далее до ул. Юбилейной. Остальные транзитные потоки являются малоорганизованными с функциональной, эстетической и инженерной точки зрения. Некоторые участки являются потенциально травмоопасными в связи с неровностями покрытия, бордюрами и неорганизованными пересечениями путей движения пешеходов и транспорта. Качество обустройства и безопасность пешеходных путей были нанесены на схему (рис. 2).



**Рисунок 2. – Качество обустройства и безопасность пешеходных путей
в общегородском центре Новополоцка**

После проведения обследования и анализа территории общественного центра, можно выявить, что обеспечение удобства и безопасности движения пешеходов является одним из наиболее важных и вместе с тем до сих пор недостаточно разработанным разделом на территории общегородских центров. Это так же связано с тем, что с течением времени и развитием города появляются новые общественные объекты, которые формируют новые потоки людей, ранее не предусмотренные сложившейся планировкой. Сложность поставленной задачи, так же обусловлена тем, что поведение пешеходов труднее поддается регламентации и упорядочиванию, чем, к примеру, организация автомобильного движения. При расчете способов регулирования трудно учесть психофизиологические факторы, которыми обладают отдельные группы пешеходов. Можно заметить, что на практике часто не уделяется достаточно внимания условиям пешеходного движения. Чаще всего движение организовано таким образом, что, в первую очередь прокладываются транспортные маршруты, а пешеходные в таком случае создаются в условиях подчинения сложившейся ситуации. Однако рациональная организация движения пешеходов является решающим фактором повышения пропускной способности улиц и дорог, а также обеспечения более грамотного и безопасного поведения людей при пересечении проезжей части.

При решении вопроса организации пешеходного транзита к основному фактору следует прежде всего отнести естественное стремление людей экономить усилия и время, двигаясь по кратчайшему пути между намеченными пунктами. Каким бы ни был эстетически привлекательным и удобным пешеходный путь, если человек спешит, то он пойдет по такой траектории, которая будет для него максимально быстрой и короткой. При разработке схем организации движения на территории общественных центров сокращение расстояния транзита и расчёт пешеходной доступности к местам тяготения требует детального учета. Центр города Новополоцка не полностью соответствует современным требованиям безопасного пешеходного движения. Выявлено свыше 12 опасных участков на маршрутах пешеходного движения по территории, а благоустройство пешеходных дорог в некоторых местах оставляет желать лучшего. Но не смотря на это данная территория имеет отличную базу для дальнейшей реконструкции и внедрения необходимых элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потаев Г.А. Общественный центр города: учебно-методическое пособие по дисциплине «Архитектурное проектирование» для студентов специальности 1-69 01 01 «Архитектура» / Г.А. Потаев, В.В. Вашкевич, В.А. Сысоева. – Минск : БНТУ, 2014. – 96 с.: [16] с. ил.
2. ТКП 45-3.03-227-2010 (02250) – УЛИЦЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

УДК 721.001

АНАЛИЗ БЕЗБАРЬЕРНОЙ СРЕДЫ ОБЩЕГОРОДСКОГО ЦЕНТРА НОВОПОЛОЦКА**В.Л. КАШНИКОВА, А.С. СТАНКЕВИЧ**
(Представлено: В.И. МАТВЕЙЧУК)

Объектом исследования в данной статье является безбарьерная среда в общественных центрах. Производится анализ уровня организации безбарьерной среды общегородского центра Новополоцка. Представлена нормативная база РБ, зарубежные примеры по адаптации городской среды для маломобильных групп населения.

Важным шагом для улучшения городского пространства является доступность среды для всех его жителей, включая маломобильные группы населения. К маломобильным группам населения относятся люди, испытывающие трудности при самостоятельном передвижении, получении информации и услуг, а так же при ориентировании в пространстве. К ним относятся не только физически ослабленные лица, но и лица преклонного возраста, беременные женщины, дети школьного возраста, люди с детскими колясками и с тяжёлой поклажей. Для этой группы населения создаётся безбарьерная и ведущая среда. Белорусские нормы и стандарты уже перепрофилированы для маломобильной группы населения, об этом свидетельствует ТКП 45-3.02-318-2018 СРЕДА ОБИТАНИЯ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИ ОСЛАБЛЕННЫХ ЛИЦ, здесь прописаны нормы, касающиеся данной тематики. Например, в пункте 6.1 и 6.2 говорится о необходимости проектирования общественных зданий (в том числе реконструируемых) с обеспечением доступности ФОЛ. В условиях обеспечения самостоятельного доступа с помощью специализированных устройств и мероприятий. В пункте 6.3 сообщается о покрытии, размерах площадок перед зданием, габаритах и уклоне пандуса и лестниц, а в пункте 6.6 о нормах входных дверей зданий. В пункте 6.4 сообщается о необходимости оборудования территории перед началом марша и пандуса тактильной плиткой. Пункт 6.7 информирует о габаритах тамбура, а в пункт 6.8 об информационном оснащении среды. Существует так же пункт 6.5, смягчающий условия для реконструкции входных групп помещений общественного назначения (до 100 м²) жилых зданий, в этих условия можно проектировать мобильный (откидной) пандус с обязательным наличием кнопки вызова [1].

Нормативная база Беларуси создаёт условия для дальнейшей адаптации пространства. Но часто жители задаются вопросом: «Почему же за рубежом общественное пространство для маломобильных групп уже адаптировано?» В Европе и Америке общественные пространства действительно комфортны для всех жителей. Например, об этом свидетельствуют общественные пространства с пандусами подходящего уклона, лифтами, подъёмниками, парковками и стоянками для инвалидов, специально оборудованными автобусами. Однако, это обусловлено тем, что в этих странах работа по адаптации среды ведётся уже давно. В Великобритании закон по безбарьерной среде был принят еще в 1944 году. В США продвижение закона, связанного с улучшением условий жизни людей с ограниченными возможностями, было связано с борьбой за свои права ветеранов вьетнамской войны. Физические барьеры были рассмотрены как дискриминирующий фактор. В итоге общественное и жилое пространство было адаптировано для всех людей социума. Уже в 1961 году там был принят стандарт о доступности зданий, а в 1975 году ООН приняла «Декларацию о правах инвалидов». Была принята Всемирная программа действий в отношении инвалидов (1982 г.) и конвенция о правах инвалидов (2006 г.). Координационный офис в Берлине для достижения безбарьерного города организует заседания рабочей группы «Безбарьерное строительство и транспорт». Люди с ограниченными возможностями работают с представителями городской администрации, что позволяет властям взглянуть на проблему их глазами и найти пути решения проблем.

На территории стран СНГ существуют лишь обрывочные включения таких элементов. В России с 2011 года реализуется программа «Доступная среда». На данный момент уже приспособлено более 18 тыс. социальных объектов во всех регионах России. В первую очередь это коснулось общественных объектов повседневного обслуживания и медицинских учреждений. Однако, это понятие чаще всего ассоциируется только с пандусами, которые и вовсе могут не соответствовать нормам. Эта программа, в основном, реализуется лишь в новом строительстве. И всё же ведущая среда и безбарьерная среда на территории России внедряется на данный момент активнее, чем на территории Беларуси. В крупных городах России проектируются остановки с интерактивным табло, которые имеют яркий цвет, подсветку, звуковое сопровождение. Тактильная плитка сообщает об остановках, преградах, переходах, безопасном дви-

жении. Справедливости ради стоит заметить, что на территории РБ подобные работы так же ведутся, но начались они позже.

«Республика Беларусь 18 октября 2016 г. ратифицировала Конвенцию о правах инвалидов (далее – Конвенция), целью которой является поощрение, защита и обеспечение полного и равного осуществления всеми инвалидами всех прав человека и основных свобод, а также поощрение уважения присущего им достоинства. Национальный план действий по реализации в Республике Беларусь положений Конвенции о правах инвалидов на 2017–2025 годы (далее – Национальный план) является основополагающим документом, призванным обеспечить создание необходимых условий и механизмов для реализации положений Конвенции в нашей стране на основании консолидации усилий государственных органов, организаций и институтов гражданского общества» [2].

Изучение общественных пространств было начато с общегородского центра Новополоцка. В первую очередь, был проведён анализ функционального зонирования и пешеходных потоков к местам тяготения. На основных транзитах центра города были выявлены и нанесены на объёмную модель центра места, превышающие норму перепада высот покрытий в местах примыкания тротуаров и транспортных путей (рис. 1).

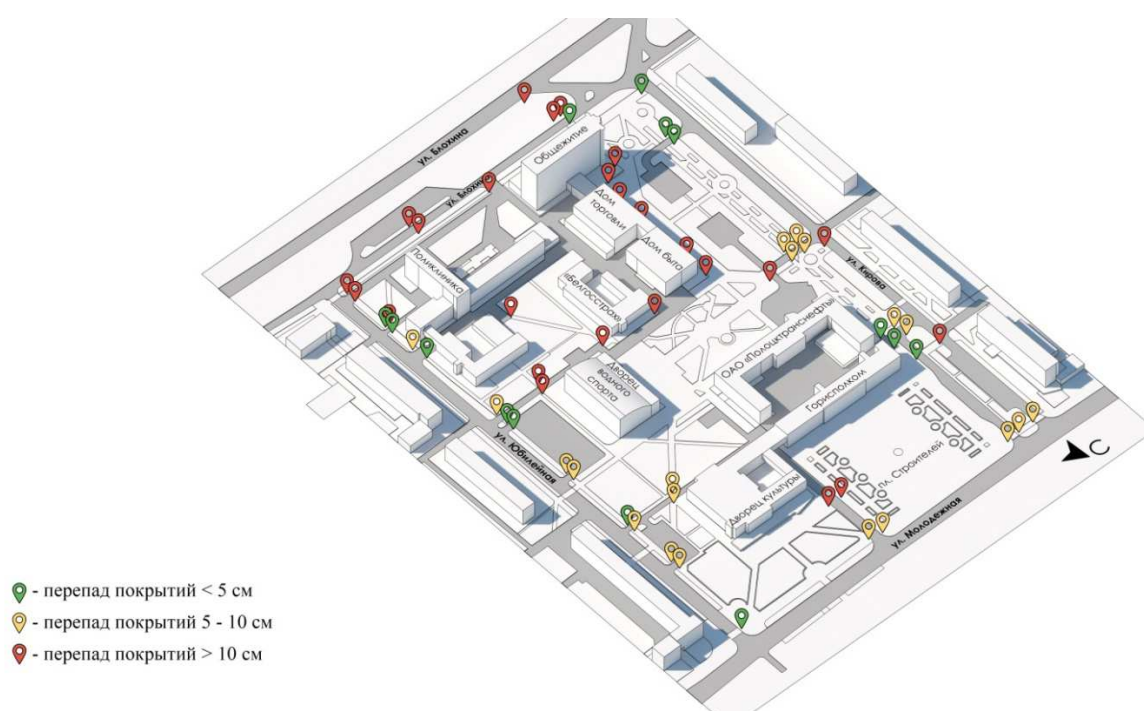


Рисунок 1. – Анализ перепадов высот мест подключения тротуаров и транспортных путей общегородского центра Новополоцка

Это < 5 см, 5–10 см, > 10 см. Всего было отмечено 59 перепадов. Перепадов > 10 см было отмечено 25 (42%), с перепадом 5–10 см было отмечено 20 мест (34%), с перепадом < 5 см было отмечено 14 мест (24%). Это говорит о несоответствии условий центра современным стандартам.

Далее были изучены входные группы в общественных зданиях, расположенных в центре города Новополоцк. Было выявлено явное несоответствие современным стандартам 7 входных групп зданий (37%), а именно: уклон пандуса не соответствует норме, отсутствие поручней у лестниц и пандусов, входная группа с лестницей на первый этаж внутри здания в отделе скорой помощи. Это говорит о том, что в центре города ведётся активное внедрение современных стандартов во входные группы общественных зданий. Однако, общий процент соответствия стандартам составляет 63% (рис. 2).

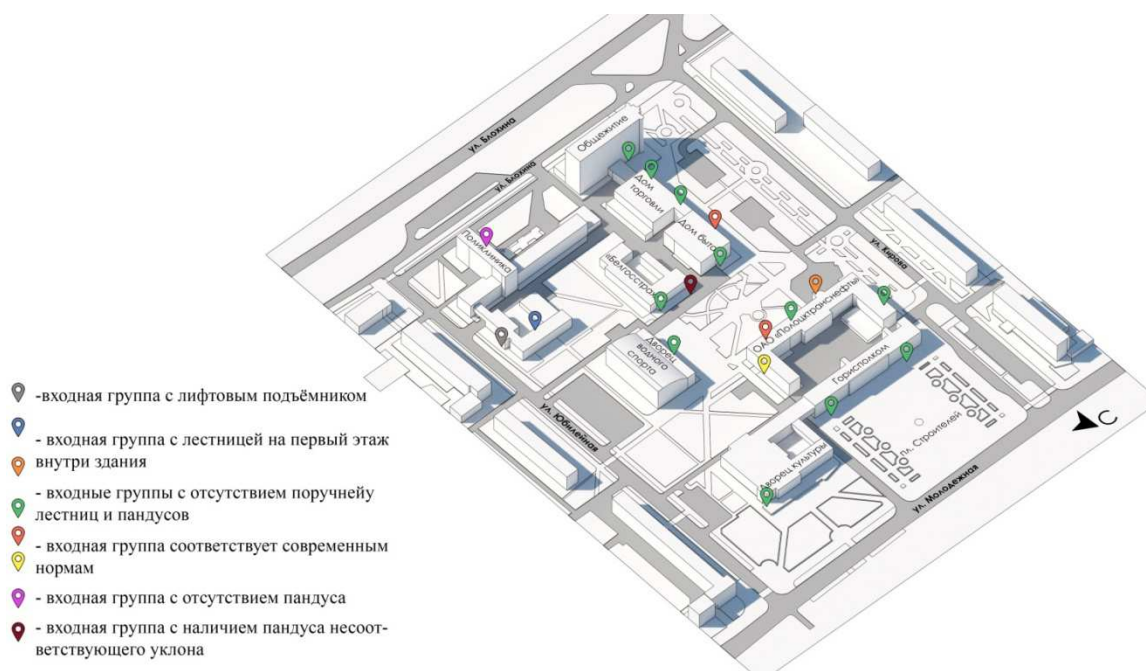


Рисунок 2. – Анализ организации входных групп общественных зданий общегородского центра Новополоцка

Как итог можно отметить, что территория центра города явно не соответствует современным стандартам касательно условий для организации маломобильных групп населения. Но данная территория имеет отличную базу для дальнейшей реконструкции территории и внедрения необходимых элементов, поскольку в Новополоцке, в отличие от многих городов Беларуси, мероприятия по решению организации безбарьерной среды ведутся уже не первый год. Мероприятия по организации безбарьерной среды центра города не должны носить «точечный» характер, они должны быть направлены на создание единой доступной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-3.02-318-2018 - СРЕДА ОБИТАНИЯ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИ ОСЛАБЛЕННЫХ ЛИЦ.
2. Национальный план действий по реализации в Республике Беларусь положений Конвенции о правах инвалидов на 2017–2025 годы
3. un.org [электронный ресурс]/ Декларация о правах инвалидов – Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/disabled.shtml/ Дата доступа 01.10.2019

УДК 72.009

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ XIX–XX ВВ.,
НА СОЗДАНИЕ КОТОРЫХ ОКАЗАЛИ ВЛИЯНИЕ ЛЮДИ, ПРОФЕССИОНАЛЬНО НЕ
СВЯЗАННЫЕ СО СФЕРОЙ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА**

А.И. УРБАН

(Представлено: В.И. МАТВЕЙЧУК)

В рамках данной статьи рассмотрены идеи писателей-фантастов, решающие некоторые проблемы современных городов, которые нашли реальное воплощение. Например, решение нехватки жилья за счет создания небоскребов, перенаселения за счет освоения водных и воздушных пространств и др.

Исторический период, охватывающий вторую половину XIX – первую половину XX века характеризуется расцветом новых технологий. В это время происходит индустриализация городов, развитие промышленности приводит к возникновению новых конструкций в строительстве и появлению абсолютно новых видов транспортных средств. Такой стремительный технический и технологический прорыв показал, что для строительной науки нет ничего невозможного. Люди начали осознавать, что в скором времени строительство городов сможет осуществляться в различных природных условиях: к примеру, строительство плавучих городов или городов в космосе станет реальностью. Литература, являясь голосом эпохи, в наиболее понятной для обывателей форме выражала смелые идеи потенциальных заказчиков архитекторов. Специалисты в сфере строительства разработали новые конструкции, и объекты, которые раньше казались осуществимыми только на страницах книг, но стали реальными. Одними из ярких идей литераторов, воплощенных в реальность являются: строительство небоскребов, освоение космоса (строительство МКС, прототипа города в космосе), конструктивно разработаны проекты городов, способных размещаться на поверхности воды.

Рассмотрение темы влияния литературы на строительные инновации позволяет провести параллель с отношениями архитектора и заказчика. Большинство архитекторов при разработке проекта пытается максимально упростить его конструктивную составляющую, что не всегда совпадает с желаниями заказчика. Рассмотрение темы данной статьи позволит определить важность учета строительных гипотез людей, не связанных со сферой архитектуры. Результаты данного исследования могут быть положены в основу дальнейшей научной деятельности.

Цель: изучить влияние людей, не связанных со сферой архитектуры, на появление новых технологий в строительстве.

Задачи:

1. Изучить архитектурные объекты, концептуально сформулированные в художественной литературе.
2. Проанализировать архитектурные объекты, для строительства которых в соответствии с желаниями заказчика были созданы новые конструктивные и образные решения.

Для решения первой поставленной задачи необходимо было изучить источники, относящиеся к художественной литературе, в частности, рассмотреть произведения, принадлежащие к жанру научной фантастики. В рамках данной статьи будут рассмотрены некоторые объекты, концептуально сформулированные в литературе до своего появления в реальной жизни.

В XIX веке в Европе происходила индустриализация производства, что повлекло за собой стремительное увеличение количества городского населения. Появилась проблема недостатка жилья для стремительно увеличивающегося количества людей. Наиболее простым решением данной проблемы было увеличение высоты домов, что осуществилось благодаря появлению небоскребов.

Концептуально небоскребы описаны в некоторых художественных произведениях начала и середины XIX века. В 1863 году, в самом начале своей карьеры, тогда ещё мало кому известный писатель Жюль Верн написал роман «Париж в XX веке», в котором пытался предугадать, как будет выглядеть мир спустя столетие. В данном произведении были описаны огромные дома из стекла и стали, крыши которых будут касаться облаков. В романах Альбера Робида, написанных в 1870-е годы, Париж превращается в город с населением свыше 10 миллионов жителей, застроенный домами высотой в 20-30 этажей. Стены данных строений отливаются непосредственно от фундамента, что напоминает по описанию современное монолитное строительство.

Первый небоскреб Home Insurance Building был построен в Чикаго в 1885 году – спустя почти четверть века после описания данного объекта в художественной литературе.

Другим решением проблемы перенаселения городов является строительство целых кварталов на поверхности воды. Наиболее четко подобная концепция сформулирована в романе Жюль Верна «Плавучий остров». Действие этой книги разворачивалось на искусственном острове Standard Island, на котором

самые богатые люди Земли попытались создать для себя рукотворный рай. Остров имел овальную форму размерами 5 на 7 км и с длиной дуги 18 км. «Он собран из 260 000 стальных понтонов, которые соединены друг с другом с помощью болтов. Размеры каждого из понтонов следующие: в длину и ширину – по 10 метров, а в высоту – 16 метров. Осадка острова составляет 10 метров. Во избежание прилипания моллюсков, подводная поверхность острова покрыта специальным составом» [1].

Эту идею в наши дни готова воплотить организация Seasteading Institute. «Она намерена к 2020 году создать даже не одно, а несколько плавучих городов-государств. Они будут обладать суверенитетом и жить по собственным либеральным законам, что должно сделать их крайне привлекательными для бизнеса. Одним из спонсоров проекта выступает основатель платёжной системы PayPal Питер Тиль, известный либертарианскими взглядами. Миллиардер Питер Тиль основал некоммерческую организацию под названием Seasteading Institute и внес первоначальный вклад в создание первого в мире плавучего города, получившего название «Floating Island» (рис. 1).

В мае 2018 года институт приступил к реализации пилотного проекта с правительством Французской Полинезии. Группа планирует построить к 2022 году 300 домов на острове, который будет работать под собственным управлением и использовать свою собственную криптовалюту под названием Vayon» [2].

По прогнозам климатологов, ближайшие сто лет уровень Мирового океана значительно повысится, и множество людей, живущих в низинах, будут вынуждены искать новые дома. Бельгийский архитектор Венсан Кальбо предлагает выход из ситуации — полностью плавучие автономные города (рис. 2), где одновременно смогут жить до 50 тыс. человек. «Три гавани и три горы будут располагаться вокруг центральной лагуны искусственного происхождения. Лагуна будет находиться ниже уровня океана и таким образом выступать в качестве необходимого для устойчивости города балласта. Кроме того, она станет естественным резервуаром дождевой воды. На горах будут располагаться зоны отдыха, торговые и развлекательные центры, в то время как сады и подводные аквафермы ниже уровня океана станут давать городу еду и биомассу» [3].



Рисунок 1. – Визуализация проекта «Плавающий остров» у берегов Французской Полинезии



Рисунок 2. – Визуализация жилого модуля проекта «Lilyrad»

Еще одной инновацией, впервые описанной в художественной литературе, является концепция «умного дома». В рассказе Рэя Брэдбери 1960-х годов «Будет ласковый дождь» герои жили в автоматизированном доме, способном заботиться о своих хозяевах. В 1990 году была разработана концепция «умного» дома, которая сегодня воплощается в жизнь. Так, с помощью смартфона сегодня мы можем управлять бытовой техникой, включать и отключать электричество даже находясь вне дома, менять степень освещенности, открывать и закрывать шторы.

После изучения описанных выше объектов можно сделать вывод, что художественная литература является неисчерпаемым источником вдохновения для ученых, задействованных в совершенно разных сферах, в том числе и в сфере строительства и архитектуры. Поэтому инновации, описанные в таких, казалось бы, недостоверных источниках, нельзя не принимать во внимание.

В ходе решения второй задачи, поставленной при написании данной статьи, были изучены архитектурные объекты конца XIX – первой половины XX века, для образного и конструктивного решения которых были разработаны уникальные технологии, которые на момент проектирования данных объектов казались невыполнимыми.

Архитектором, проработавшим каждую деталь в своих проектах, являлся испанский архитектор Антонио Гауди. Образные решения его зданий выглядят необычно даже спустя столетие. Основным заказчиком его проектов являлся каталонский промышленник Эусеби Гуэль. Необычный стиль проектирования Гауди наиболее соответствовал желанию Гуэля выделить финансируемые им объекты из окружающей застройки. Так, на сегодняшний день известны дворец Гуэля, Крипта Колонии Гуэля, Парк Гуэля. То есть уникальная архитектура данных объектов прославилась не только архитектора, но и заказчика.

Уникальный стиль Антонио Гауди включает в себя черты модерна и традиционной каталонской архитектуры. При этом он был первым архитектором, использовавшим в своих проектах плавные линии, свойственные природным элементам. Кажется, что архитектурные произведения Гауди принадлежат другой реальности, настолько искривлены и при этом гармоничны формы, настолько разнообразны цвета и фантастичны детали.

Одним из наиболее известных объектов, построенных Гауди, является Парк Гуэль. Инициатором строительства был Эусеби Гуэль, который захотел создать нечто подобное английским парковым зонам в Барселоне. Скоро идея обрела еще более масштабный план, по которому должен был получиться не просто парк, а зеленый район для барселонской элиты – подобие города-сада. Стенами некоторых строений парка являются природные холмы. Для решения проблемы путей сообщения на сложном рельефе парка Гауди создал многоуровневые площадки, туннели и улицы. Для отделки домов использовалась керамическая плитка, что являлось довольно необычным решением для периода начала XX века.

Еще одним известным произведением Антонио Гауди является собор Саграда-Фамилия в Барселоне. Строительство данного объекта продолжается по сегодняшний день. Храм внесен в список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Первоначально над проектом работал другой архитектор. Антонио Гауди, взявшись за работу над проектом в 1882 году, оставил от первоначальной задумки только контур плана в виде латинского креста, при этом полностью изменив образное и конструктивное решение. Целью архитектора было создать уникальный объект, который стал бы символом Барселоны.

Для строительства храма были созданы конструкции, не использовавшиеся нигде прежде. Для проверки прочности несущих элементов архитектор создал макет здания, по которому и продолжилось строительство уже более ста лет. «Желание избежать прямых линий вместе со стремлением упростить конструкцию привели к появлению принципиального решения об использовании геометрических фигур с линейчатой поверхностью, таких как гиперболоид, гиперболический параболоид, геликоид и коноид. Все эти поверхности могут быть получены движением прямой, поэтому и их пересечение является прямой линией, что значительно облегчает сочленение различных деталей конструкции» [4]. Благодаря необычной форме данный объект является не только символом Барселоны и Каталонии, но и символом всей Испании.

Еще одним объектом, построенным несколько позже, но уже ставшим символом целой страны, является Оперный театр в Сиднее. До середины XX века в Австралии не было ни одного концертного зала, обладающего хорошей акустикой и вмещающего в себя большое количество зрителей. «Все началось в 1955 году, когда правительство штата, столицей которого является Сидней, объявило международный архитектурный конкурс. С самого начала на строительство возлагались большие надежды – планировалось, что реализация амбициозного проекта по созданию нового великолепного театра послужит толчком для развития культуры на Австралийском континенте. Конкурс привлек к себе внимание многих известных архитекторов мира: организаторы получили 233 заявки из 28 стран. В итоге правительство остановило свой выбор на одном из самых ярких и нестандартных проектов, автором которого был датский архитектор Йорн Утзон» [5].

Правительство города желало сделать из нового театр символ города. Данный объект, являющийся первым подобным строением на континенте, должен был иметь запоминающийся образ. Здание расположено на мысе, окруженном водой с трех сторон. Стандартные кубические формы, представленные

среди конкурсных работ, смотрелись на данном участке слишком громоздко. Необычная парусообразная форма крыши, предложенная Утзоном, сделала объем здания легким и выразительным, при этом своды хорошо решали проблему акустики в залах.

На момент начала строительства инженеры не знали, каким образом конструктивно решить своды такой необычной формы. Уже в процессе строительства архитектором была разработана уникальная форма крыши в виде треугольных сегментов сферы. Своды крыши, представляющие собой части сферы постоянной кривизны, обладают нужной прочностью и устойчивостью. Таким образом, благодаря смелости архитектора, данный объект сразу после строительства стал символом Австралии. В 2007 году театр был внесен в список Всемирного наследия ЮНЕСКО.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что заурядные объекты не становятся символами целых стран и континентов. Если бы не желание архитекторов идти против стандартов, при этом отражая желания заказчиков, в мировом культурном наследии не было бы столько уникальных архитектурных сооружений.

В контексте данной работы были рассмотрены две, казалось бы, не связанные между собой задачи. Но, в то же время, рассмотрение данных задач позволяет оценить влияние на строительную индустрию людей, по роду деятельности относящихся к совершенно иным сферам.

Писатели-фантасты конца XIX-начала XX века видели огромную скорость урбанизации, в связи с чем описывали в своих книгах совершенно новые виды жилья, позволяющие экономно использовать городские территории. Как было сказано в первой части данной статьи, многие виды зданий, описанные первоначально в научно фантастической литературе, были воплощены в реальности, поэтому можно сделать вывод, что данный литературный жанр часто является источником вдохновения для архитекторов.

Воплощенные идеи заказчиков, желающих видеть уникальные архитектурные объекты, аналогов которых не существовало в прошлом, рассмотрены во второй части данной статьи. При проектировании данных объектов архитекторы не побоялись включить воображение, выйти за рамки общепринятых стандартов и норм, в связи с чем мировое архитектурное наследие обогатилось зданиями, уже ставшими символами целых стран и континентов.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что архитектору в своей профессиональной деятельности нельзя пренебрегать идеями заказчика. Невыполнимые, на первый взгляд, задачи, поставленные заказчиком, заставляют архитектора разрабатывать новые конструкции и технологии, что служит двигателем развития архитектуры и строительной науки в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плавающий остров (роман) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Плавающий_остров_\(роман\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Плавающий_остров_(роман)). – Дата доступа: 16.05.2019.
2. Василевский Э. Плавающий город получит 300 домов, свое правительство и собственную криптовалюту [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hi-news.ru/technology/plavuchij-gorod-poluchit-300-domov-svoe-pravitelstvo-i-sobstvennuyu-kriptovalyutu.html/>. – Дата доступа: 15.01.2019.
3. Задыляк Л.М. Lilypad: плавающий экополис для экологических беженцев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://multiurok.ru/blog/lilypad-plavuchii-ekopolis-dlia-ekologichieskikh-biezhiantsiev.html/>. – Дата доступа: 16.05.2019.
4. Саграда-Фамилия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://placenote.info /ru/Sagrada-familia/>. – Дата доступа: 24.05.2019.
5. Главная / Архитектура / Австралия и Океания / Сиднейский оперный театр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://artishock.org/architectura/avstraliya-i-okeaniya/sidneyskiy-opernyy-teatr/> . – Дата доступа: 24.05.2019.

УДК 711.73

АНАЛИЗ СЛОЖИВШЕЙСЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИТУАЦИИ В ГОРОДАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ВОЗМОЖНЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПОДХОДОВ РЕШЕНИЯ ВЫЯВЛЕННЫХ ПРОБЛЕМ**А.И. УРБАН****(Представлено: В.И. МАТВЕЙЧУК)**

В рамках данной статьи проанализирована проблема перегруженности автомобильных дорог в наши дни, а также рассмотрены альтернативные легковому автомобилю виды транспорта, некоторые из которых, пока, являются только концепцией.

Развитие планировочного каркаса и систем улично-дорожной сети городов всегда напрямую были связаны с эволюцией видов транспорта. С древних времен до начала промышленной революции во второй половине XVIII века основным средством передвижения служил гужевой и водный виды транспорта. Создание Томасом Севери в 1698 году работающего парового двигателя стимулировало прогресс в развитии техники. Появились пароходы, движение которых не зависело от силы и направления ветра, паровозы, которые вскоре стали основным видом наземного общественного транспорта. С изобретением двигателя внутреннего сгорания вместо шумных паровых появляются бензиновые автомобили, ставшие неотъемлемой частью жизни человека. В XIX веке началось развитие подземных и воздушных видов транспорта, а также появился новый вид наземного городского транспорта - трамвай. Появление новых усовершенствованных средств передвижения способствовало возникновению новых архитектурных объектов (железнодорожные вокзалы, станции метрополитена, аэровокзалы), а также изменению планировочной структуры городов. Внедрение общественного транспорта, а также увеличение числа автомобилей влекло за собой изменение параметров уличной сети, что находило отражение в облике города.

Цель: рассмотреть еще не внедренные в массовое производство альтернативные легковому автомобилю средства передвижения и, в соответствии с данными инновациями, определить векторы развития городов в будущем.

Задачи:

1. Проанализировать основные проблемы, возникшие из-за резкого увеличения количества транспортных средств на улицах городов.

2. Рассмотреть, еще не внедренные в производство, транспортные средства, которые способствуют уменьшению транспортной нагрузки на уличную сеть.

Для решения поставленной задачи были изучены статистические данные по количеству личного легкового автотранспорта в Республике Беларусь за 2000 и 2018 год. Так, по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, количество личных легковых автомобилей в стране на конец 2000 года составляло 1 385 900 штук, а в декабре 2018 года – 3 031 000 штук. Таким образом, количество автомобилей в Беларуси за 18 лет увеличилось почти в 3 раза, что негативно сказывается на экологической ситуации в стране.

Также возникают проблемы с существующей городской уличной сетью. Генеральные планы белорусских городов создавались в середине прошлого столетия в соответствии с нормами того времени и, соответственно, рассчитывались на уровень автомобилизации того периода. В советские годы уровень автомобилизации был значительно ниже, чем сегодня. Для сравнения: в 1965 году в СССР на 1000 человек приходилось 4 автомобиля, по данным Белстат в 2019 году в нашей стране на 1000 человек приходится 320 автомобилей. Количество машин выросло в 80 раз, при этом ширина и пропускная способность городских улиц осталась прежней. По этой причине на улицах Минска и областных центров в час-пик возникают автомобильные пробки, а из-за нехватки парковочных мест во дворах люди превращают в автостоянки газоны, оставляют машины у подъезда, препятствуя при этом доступу машин «скорой помощи».

В наши дни данные проблемы можно решить за счет реконструкции дворовых территорий, строительства кольцевых автодорог, способствующих снижению автомобильной нагрузки на центральную часть городов, мотивация населения на пользование общественным транспортом. При этом количество автомобилей продолжает расти, а проектирование новых магистралей не решает вызванных уровнем автомобилизации экологических проблем.

В странах Западной Европы стараются уменьшить число личных автомобилей за счет развития велосипедной инфраструктуры. Например, в городе Франкфурт (Германия) существует развитая сеть велодорожек, а также нет недостатка в велопарковках – их насчитывается около девяти тысяч. «Политика городских властей по поводу уменьшения автомобильного трафика включает в себя высокие цены на автопарковки и демократичные цены за проезд в общественном транспорте. Но главное, всё в этом горо-

де построено с хорошим планированием и расположено рядом, так что добираться куда-либо на велосипеде действительно удобнее. На создание дополнительной велосипедной инфраструктуры в рамках программы, рассчитанной до 2020 года, здесь выделено 8,9 миллионов евро» [1]. Таким образом, в городе с населением 220 тысяч человек 28% всех поездок совершается на велосипеде.

Сеть велодорожек можно создать и в Беларуси, но это является довольно дорогостоящим мероприятием. В некоторых городах выделены полосы движения для велосипедистов, как, например, велодорожки вдоль улицы Молодежной в Новополоцке. Но при этом данные объекты отделяются от пешеходной зоны только разметкой, что создает неудобства как для пешеходов, так и для велосипедистов. В центральной части Полоцка велосипедная зона отделена от тротуара, но при этом она занимает часть проезжей части. Данный вариант более оптимален для пешеходов и велосипедистов. Но, в то же время, если изначально проезжая часть довольно узкая, осуществление данного вида велодорожек довольно проблематично.

Также существуют некоторые неудобства в использовании велосипеда. Это открытый вид транспорта, поэтому использование данного средства передвижения в дождливую погоду проблематично, а в зимний период невозможно. Также управлять велосипедом в офисной форме одежды не удобно, что исключает поездки на данном транспорте на работу в организацию, где есть необходимость придерживаться строгого дресс-кода. Человек, не привыкший к физическим нагрузкам, будет испытывать усталость от преодоления больших расстояний на велосипеде. В то же время, личный автомобиль может укрыть человека от атмосферных осадков, машиной можно управлять в любой форме одежды, а также сидение автомобиля устроено значительно комфортнее велосипедного. Именно поэтому большинство людей отдает предпочтение автомобильному транспорту.

Также в белорусских городах часто используются виды общественного транспорта, работающие на электричестве (троллейбусы, трамваи). Данные средства передвижения оказывают меньше негативного воздействия на окружающую среду, чем транспорт, использующий бензиновое и газовое топливо. Но к недостаткам любого общественного транспорта можно отнести следующие моменты: человек, использующий общественный транспорт, зависит от расписания движения необходимых маршрутов; общественный транспорт, в отличие от личного, не может доставить нас в любую часть города; поездка в общественном транспорте занимает больше времени, чем преодоление того же отрезка пути на личном автомобиле; в час-пик внутри скапливается слишком много людей; наземные виды транспорта попадают в автомобильные пробки.

Таким образом, ни реконструктивные мероприятия, ни создание велосипедной среды, ни улучшение сети общественного транспорта не решат полностью все вышеописанные проблемы. В связи с этим необходим поиск альтернативных видов личного транспорта.

В ходе решения второй задачи данной статьи были рассмотрены транспортные средства, прототипы которых впервые упоминались в художественной литературе, в частности был рассмотрен жанр научной фантастики. В рамках данной части статьи будут проанализированы некоторые виды транспорта, концептуально сформулированные в книгах писателей-фантастов до своего появления в реальной жизни.

В XIX веке появилось большое количество абсолютно новых видов транспортных средств. Люди того времени строили различные предположения, в каком направлении будет развиваться транспорт в будущем. Жюль Верн в своей книге «20 тысяч лье под водой» описал подводную лодку «Наутилус». Концепция данного транспортного средства оказала влияние на развитие атомных подводных лодок, в частности, первую атомную подводную лодку также назвали «Наутилус». При этом идея создания подводной лодки не принадлежит Ж. Верну. Пробразом транспорта капитана Немо служила существующая на момент написания книги французская подлодка «Le Plongeur» («Ныряльщик»).

«Le Plongeur» имел однокорпусную конструкцию, состоящую из железных пластин. Его длина составляла 42,6 м, ширина — 6 м, высота — 3 м (с рубкой — 4,35 м). В качестве двигателя использовалась пневматическая турбина в 80 л. с. (60 кВт). Глубина погружения субмарины менее 10 м. Конструктивно, «Le Plongeur» был вынужден держаться у поверхности, чтобы избежать повышенного давления внутри корпуса, вызывавшего проблемы жизнеобеспечения у членов экипажа и снижавшего эффективность работы двигателя. Глубина погружения регулировалась при помощи гидростатического поршня и двух горизонтальных рулей в корме судна. Продольное равновесие корректировалось системой труб и поршней, перемещавших воду из одного конца лодки в другой. Эта система работала очень медленно и нос субмарины либо сильно опускался, либо задирался. Позже, в конструкцию лодки добавили гребной винт на вертикальной оси, но и при этом, из-за малой скорости субмарины и большой её массы, уравновесить «Le Plongeur» не удавалось, в результате чего, корабль держать курс на заданной глубине не мог» [2].

Несмотря на множество недостатков и недоработок, «Ныряльщик» считается первым в мире крупным подводным кораблем, способным существовать в подводном и надводном положении. «15 февраля 1872 года «Le Plongeur» был исключён из состава французского флота, после чего, его переоборудовали в самоходный водяной танкер» [2].

По устройству корпуса «Наутилус» имеет схожую с «Ныряльщиком» конструкцию. «Корабль имеет веретенообразную форму прочного корпуса, его длина составляет 70 м, максимальная ширина – до 8 м. Подводное водоизмещение корабля составляет 1507,2 т «Наутилус» имеет два корпуса: один наружный (лёгкий), другой внутренний (прочный). Такое устройство подводной лодки, при котором оба корпуса соединены между собой балками, имеющими двутавровое сечение, придаёт судну (по мнению Немо или Жюль Верна) чрезвычайную прочность, обеспеченную за счёт специальной сварки, а не заклёпок. Максимальная скорость корабля – 50 морских узлов или 92,6 км/час, максимальная глубина погружения – не менее 16 километров» [3].

Но в то же время, некоторыми характеристиками подлодки Верна не обладают даже современные атомные подводные лодки. Так, атомные субмарины наших дней развивают максимальную скорость в 44,7 морских узлов (82 км/ч), что меньше скорости «Наутилуса». Также в «Наутилусе» были устроены просторные каюты, включающие библиотеку, научную лабораторию. В плане комфортности данное судно ничем не уступало элитному наземному особняку. В наши дни, из-за ограниченной ширины корпуса, устройство крупных помещений на борту подводной лодки невозможно. Также управление «Наутилусом» могло осуществляться при наличии на борту только одного человека, что даже с учетом современных технологий не осуществимо сегодня.

При возможности одиночного управления подводные лодки вполне могли бы использоваться в качестве личного транспорта. Подобное средство передвижения служило бы хорошей альтернативой современному автомобилю, а также позволило бы уменьшить количество наземного транспорта. Но главным условием использованием такого альтернативного транспорта становится обязательное наличие в городе развитой водной системы, иначе передвижение на нем становится невозможным.

В XX веке продолжается развитие транспорта. В частности, происходит популяризация автомобилей. Данные средства передвижения перестают быть экзотикой и все большее количество людей начинает приобретать личные автомобили.

Писатели-фантасты четко видели преимущество личного транспорта над общественным, в связи с чем рассматривали различные возможности развития данной транспортной сферы. В 1960-х годах американским писателем Айзеком Азимовым было высказано предположение, что в будущем «много усилий будет приложено к созданию роботизированных транспортных средств» [4].

Сегодня широкое распространение получили беспилотные самолеты, используемые как в военных, так и в мирных целях. Но, на сегодняшний день, данные транспортные средства не могут перевозить пассажиров из-за ограниченных габаритов.

В наши дни широко развивается сфера проектирования роботизированных автомобилей (рис. 1). Данные виды транспорта могут без участия человека двигаться в колонне других машин, останавливаются перед пешеходными переходами, самостоятельно совершают различные маневры. Все недоработки, обнаруженные в процессе испытаний, постепенно ликвидируются, поэтому уже в следующем десятилетии планируется внедрение данных средств передвижения на улицы городов. Автоматическое управление автомобилями позволит практически исключить конфликтные ситуации на дорогах, а также уменьшится количество дорожно-транспортных происшествий, возникших по причине человеческого фактора.

В произведениях Кира Булычева часто фигурируют летающие автомобили. В 1970-е годы, на которые приходится расцвет творчества писателя, возникновение подобных транспортных средств казалось практически невозможным.

В наши дни уже создана рабочая модель летающего личного автотранспорта. «Terrafugia Transition («Переход») — летающий автомобиль (летательный аппарат) со складными крыльями (рис. 2).



Рисунок 1. – Роботизированный автомобиль компании Google



Рисунок 1. – Terrafugia Transition – летающий автомобиль со складными крыльями

По замыслу, Transition способен двигаться по асфальту на обычных для автотрасс скоростях, а в воздухе разгоняться до скоростей, свойственных спортивным самолётам, что может резко повысить мобильность перемещения людей между городами. При этом должен помещаться в стандартном автомобильном гараже.

«Разрабатывался с 2006 года компанией Terrafugia, первый полёт совершил 5 марта 2009 года. Способен ехать со скоростью до 105 км/ч по шоссе и лететь с максимальной скоростью 185 км/ч. Расход топлива при крейсерской скорости в 170 км/ч – 19 л/ч. Запас топлива на 780 км полёта. Длина автомобиля – 5,7 метра, высота – 2,1 метра, ширина со сложенными крыльями – 2 метра. Вес – 570 кг. Размах крыльев – 8,4 метра. Серийный выпуск должен был начаться в 2011 году. Сейчас прототип проходит различные испытания» [5].

Внедрение в массовое производство автомобилей, способных передвигаться по воздуху, позволит уменьшить количество наземного автотранспорта без реконструкции уличной сети. При этом возникнет необходимость в появлении новых видов парковок, а также площадок, предназначенных для посадки подобных транспортных средств. Так как основные транспортные передвижения будут осуществляться по воздуху, земная поверхность станет преимущественно пешеходной зоной, что увеличит количество зеленых насаждений и уменьшит уровень загрязнения воздуха, при условии, что новые транспортные средства будут использовать альтернативные источники энергии.

В контексте данной статьи были рассмотрены две задачи, позволяющие определить проблемы транспортной сети современных городов, а также определить возможные варианты решения возникших трудностей. Развитие подводного и воздушного видов личного транспорта позволит сократить затраты на строительство новых автодорог и реконструктивные мероприятия городских территорий. Также данные меры улучшат экологическую ситуацию. При этом передвижение в закрытых личных транспортных средствах будет значительно комфортнее передвижения на современных видах экологически безвредного транспорта.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, при определении основных направлений развития градостроительства будущего необходимо учитывать последние разработки в области транспорта, так как изменения основных видов средств передвижения отражаются на проектировании уличных сетей городов. Учет различных инновационных транспортных средств позволит снизить расходы на реконструктивные градостроительные мероприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Главная / Журнал / В мире / Самые велосипедные города Европы: Копенгаген, Гронинген, Фрайбург, Лунд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://velomesto.com/magazine/v-mire/velosiped-v-evrope-takie-raznye-cifry/>. – Дата доступа: 18.09.2019.
2. Википедия / Plongeur [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Plongeur>. – Дата доступа: 18.09.2019.
3. Википедия / Наутилус (Жюль Верн) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/Наутилус_\(Жюль_Верн\)](https://ru.wikipedia.org/Наутилус_(Жюль_Верн)). – Дата доступа: 16.05.2019.
4. BBC News | Русская служба / 2014 год: что Айзек Азимов предсказал, а что нет [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.bbc.com/russian/science/2014/04/140422_asimov_future_predictions/. – Дата доступа: 17.12.2018.
5. Википедия / Terrafugia Transition [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Terrafugia_Transition. – Дата доступа: 19.09.2019.

УДК 7.04

ФРЕСКИ КАПЕЛЛЫ-МОЛЕЛЬНИ ЕВФРОСИНИИ ПОЛОЦКОЙ**М.С. ЖИЩЕНКО***(Представлено: канд. ист. наук, доц. В.Е. ОВСЕЙЧИК)*

Цель статьи заключается в рассмотрении фресок кельи преподобной Евфросинии, которые в своей общей схеме составляют программу декорации крестово-купольного храма.

Капеллу-молеблю Евфросинии расписывали по её заказу и желанию. Тут после длительных постов и самозабвенных молитв осуществлялось её единение с Богом. Здесь она разговаривала со Всевышним.

Уже будучи умудренной приобретенными знаниями, в своей молебне, не связанная каноническими требованиями, Святая Евфросиния создает по своему убеждению, состав росписи. Роспись капеллы появляется ранее росписи основного объема храма и является ключом к пониманию той божественной идеи, которую Святая Евфросиния заложила в основу экстерьера и интерьера своего храма. Храм этот, образно говоря, является хрестоматией Закона Божьего; здесь со всей наглядностью проявились абсолютно новые архитектурные идеи и во многом уникальная фресковая роспись, имеющая в основе своей соблюдение византийско-киевских художественных традиций.

В угловых ячейках на хорах Спасской церкви расположены две маленькие капеллы, которые в плане имеют ярко выраженную форму креста и как бы в миниатюре представляют собой крошечные крестово-купольные храмы, перекрытые, в одном случае, цилиндрическим сводом (северо-западная капелла), а в другом – небольшим куполом (юго-западная капелла). Юго-западная капелла издревле являлась местом особого почитания, поскольку именно здесь, в этой небольшой келье, преподобная Евфросиния, согласно ее Житию, в молитве провела свои последние годы пребывания в монастыре. Благодаря реставрационным исследованиям В.В. Ракицкого, здесь раскрыты значительные площади фресковой росписи, покрывающие все стены и своды кельи. Эти фрески представляют собой совершенно самостоятельный и самоценный ансамбль, который обладает своей собственной программой, не связанной с основным объемом собора, и, вне сомнения, отличается от него по времени создания [1].

Росписи кельи по своей общей схеме составляют программу декорации крестово-купольного храма, которая в целом прочитывается несмотря на то, что верхние зоны росписи еще сокрыты поздними почерневшими покрывками. В восточной ветви пространственного креста, т.е. в алтаре капеллы, роспись делится на три регистра (рис. 1).

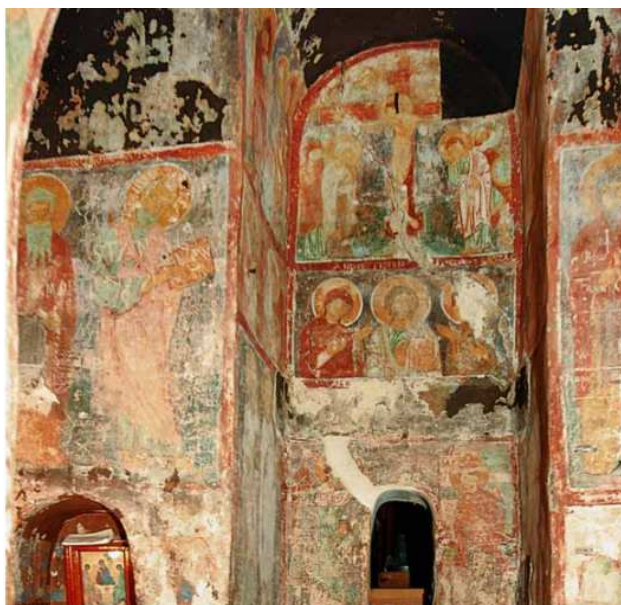


Рисунок 1. – Келья преподобной Евфросинии. Вид на восток.

Центральный регистр на восточной стене – это одно из наиболее сохранившихся изображений семифигурного «Деисуса» в древнерусской фресковой росписи середины XII в. В центре помещена фигура благословляющего Спаса с Евангелием в левой руке, в светло-зеленом хитоне и стального цвета плаще с краси-

выми линейными складками. Сдержанные холодные тона подчеркивают спокойную, уверенную мудрость Спасителя. Художник искусно выделяет его фигуру детальной проработкой лица, рук, складок одежды.

На боковых стенах в этом регистре – фигуры архангелов Михаила и Гавриила. Завершают ряд апостолы Павел и Петр. Следует отметить существенную деталь: чем дальше от центра размещены изображения, тем обобщеннее подача ликов, рук, одежды. Успокаивается движение, уменьшается цветовая насыщенность.

Ниже находится сцена «Благовещение». Художникам пришлось обыграть проем окна. Они искусно располагают изображение фигур по обе его стороны. Справа изображение Девы Марии на фоне палат с карнизами и арками. Левее от неё – Архангел Гавриил, принесший дивную весть. В его изображении читается торжественное спокойствие, уверенность и праздничность (рис. 3).

Выше «Деисуса» находится сцена «Распятие». В центре – большой крест с перекладиной для ног. На нем – изогнутое в страшных судорогах распятое тело Иисуса Христа. В невыносимых муках он страдает, искупая грехи людей своей мучительной смертью – бессмысленно склоненная голова, неестественно вывернутые наружу ступни ног. Слева – полные скорби и отчаянья Никодим и Мать Божья. Справа – апостол Иоанн, самый юный, любимый ученик Христа.

Из сюжетов богородичного цикла наилучшим образом сохранилась композиция «Введение во храм» (рис. 2). Это обычный сюжет для системы церковной росписи, относящийся к «Дванадцатым праздникам». Он располагается на южной стене восточного рукава молельни, в верхнем регистре над деисусным чином. Сохранность удовлетворительная. Так же едва просматривается сюжет «Рождество Богородицы», который находится на западной стене капеллы, слева от входа.



Рисунок 2. – Сюжет «Введение во храм»

Если говорить о художественных достоинствах фрески, то необходимо отметить, что живопись является объёмно-тоновой. Первоначально, очевидно, объём ликов, рук, одежды был тщательно проработан. Оконтуривающая линия, кажется, вообще отсутствует.

Сюжет «Сретение» находится в самом верху северной стены молельни, в одном регистре с «Распятием». Живопись неплохо сохранилась. Принадлежит к «Дванадцатым праздникам». Доминирующее положение на фреске занимает фигура Богородицы – и по величине, и по цветовой насыщенности [1].

Значительная часть программы росписи кельи отведена под изображения патрональных святых, так или иначе связанных с небесным покровительством самой преподобной Евфросинии или ее ближайших сродников. В боковых ветвях пространственного креста на восточных гранях расположены две пары фигур избранных святых: в северном рукаве благодаря надписям и иконографии узнаются преп. Арсений Великий и Иоанн Богослов, а в южном рукаве представлены две св. жены, одна из которых, очевидно, преп. Евфросиния Александрийская – небесная покровительница Евфросинии Полоцкой. Своды и купол пока остаются под записями, а на стенах рукавов пространственного креста раскрыты многочисленные житийные клейма. Судя по сюжетам и обликам действующих лиц, здесь представлены два жития. В одном из них, занимающем восточные и торцевые стены боковых рукавов пространственного креста, повествование иллюстрирует житие св. Евфросинии Александрийской, во имя которой приняла постриг

Предслава – св. Евфросиния Полоцкая. Другая часть повествования, занимающая западную часть рукавов, посвящена преподобному отцу, имеющему характерный облик – чуть выющиеся седые волосы и длинную бороду, распадающуюся на пять выющихся прядей.

Одним из главных сокровищ росписей кельи является ктиторский портрет преп. Евфросинии Полоцкой (рис. 3), подносящей Иисусу Христу, как дар своей веры, Спасский храм, миниатюрную модель которого она держит в протянутых ко Спасителю руках. К сожалению, ее лик утрачен, но само изображение является неоценимым свидетельством очень раннего формирования почитания святой, начавшего складываться уже в Домонгольский период. Преподобная Евфросиния изображена без нимба, что указывает на принадлежность фрески к тому периоду, когда она еще не была причислена к лику святых.



Рисунок 3. – Св. Евфросиния Полоцкая подносит храм Иисусу Христу. Ктиторская фреска.

Содержание росписи кельи указывает на то, что данное помещение к этому моменту имело мемориальный характер, однозначно связанный с личностью преподобной Евфросинии. При создании храма-мемориала здесь были произведены некоторые перестройки, в частности, заложены крестовидные окна в основной объем, что увеличило площадь под роспись и придало помещению более обособленный характер. Ктиторская фреска, соответствуя традиции размещения подобных изображений при входе в храм, в его западной части, по-своему открывала этот мемориальный комплекс. Содержание фресок восточного рукава пространственного креста, который служил алтарем, однозначно указывает на то, что в этом храме-мемориале совершались поминальные заупокойные богослужения. Об этом красноречиво свидетельствует Деисус, размещенный в средней зоне алтарного пространства и наделенный, подобно целому ряду аналогичных алтарных программ (например, собора Мирожского монастыря во Пскове), очевидной поминальной символикой. Тему искупительной жертвы, связанной с заупокойными службами, развивает изображенное над Деисусом «Распятие», фланкированное «Введением во храм Пресвятой Богородицы» и «Сретением», которые в данном контексте понимаются как евангельские прообразы жертвы Христа. Вероятно, этот придельный храм имел посвящение во имя преп. Евфросинии Александрийской, фигура которой изображена справа от алтарного пространства, на традиционном месте храмовой иконы. Ее житие, проиллюстрированное на стенах боковых ветвей пространственного креста, подтверждает такое предположение [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Евфрасиния полоцкая. Её храм. Её фрески / А.А Селицкий – Минск: Беларусь, 2016. – 35–141 с.
2. Спасо-Преображенская церковь Евфросиньева монастыря и ее фрески / В.Д Сарабьянов – 2-е изд., – М.: Северный паломник, 2007. – 26–220 с.
3. Спасская церковь Евфросиниевского монастыря в Полоцке / В.Д. Сарабьянов / — 3-е изд., доп. и перераб. – Полоцк: Спасо-Евфросиниевский женский монастырь в г. Полоцке, 2016. – 45–352 с.

УДК 7.04

ФРЕСКИ СПАСО-ПРЕОБРАЖЕНСКОГО ХРАМА**М.С. ЖИЩЕНКО***(Представлено: канд. ист. наук, доц. В.Е. ОВСЕЙЧИК)*

Цель статьи заключается в рассмотрении фресок Спасо-Преображенского храма в городе Полоцк, на раскрытие которых уже много лет направлены реставрационные работы.

Спасо-Преображенская церковь Полоцкого Спасо-Евфросиниевского монастыря – единственный в Беларуси памятник XII века, где почти полностью сохранилась фресковая роспись.

Стены Полоцкого Спасского храма расписаны изображениями святых и библейских сюжетов в византийском стиле. Опытные мастера того времени писали натуральными красками по сырой штукатурке, что обеспечивало сохранность росписи на многие века. В начале 19-го века данные сюжеты были перекрыты масляной росписью, которую при реставрации отслаивали и переносили на новую основу. Первые работы по раскрытию фресковой росписи были предприняты еще в 1929 году, но планомерная реставрация стенописи началась лишь в начале 1990-х годов. Возглавил ее минский художник-реставратор и исследователь В.В. Ракицкий. Его стараниями полностью раскрыты фрески купола и барабана, парусов и подпружных арок, частично – сцены евангельского повествования, расположенные на стенах храма, а также фигуры нескольких святых, находящиеся в разных зонах фресковой росписи. Тогда же были сделаны первые пробные работы по отслоению масляной росписи XIX века и ее переносу на новую основу. В 2007 году в целях ускорения раскрытия фресок к работам были подключены московские специалисты. Ими полностью раскрыты росписи алтаря, алтарных столбов и жертвенника. В 2008–2009 годах была окончательно разработана методика отслоения, что позволило сохранять запись XIX века при раскрытии древней росписи, а затем экспонировать ее как движимый памятник [4].

Спасо-Преображенский храм является шестистолбным и однокупольным. На сторонах восьмигранных западных столбов, расположенных под хорами, находятся поясные изображения монахинь. Они представлены именно по пояс, так как низкие столбы недостаточны для расположения ростовых фигур (рис. 1). У основания первой арки изображены преподобные со свитками в руках на которых сохранились надписи оставлены предположительно самой Евфросиньей, а в вершине данной арки располагается изображение Иисуса.



Рисунок 1. – Поясные изображения святых

Особое место в иконографической программе росписей занимают изображения монахов, что, безусловно, определялось ролью Спасской церкви как центрального храма. Примеры подобной акцентации монашеской темы в монастырских храмах многочисленны и закономерны, однако в данном случае мы вновь имеем дело с особой ее интерпретацией, которая выходит за рамки традиций своего времени. По-

казательна уже сама топография изображений святых монахов, которые занимают значительную часть нижнего уровня росписей, распространяясь и в нартекс, и в подкупольное пространство, и в алтарь. Наиболее обозримая в настоящий момент группа монашеских изображений занимает плоскости центральных западных подкупольных столбов, которые имеют восьмигранную форму и, таким образом, размещают на своей поверхности 16 фигур преподобных отцов (рис. 2).



Рисунок 2. – Роспись центрального Юго-западного подкупольного столба.

Фрески западных граней алтарных столбов, разбиты на три регистра. В верхнем ряду расположена композиция «Благовещение», разделенная на две части. Размещенное по сторонам от апсиды, но воспринимающееся как единый сюжет, «Благовещение» расширяет символическое поле композиции, вбирая в себя пространство алтаря. Изображенный в «Благовещении» момент Боговоплощения, являющийся первым событием искупительной миссии Бога-Слова, прямо соотносен с программой алтарных фресок, где в образах Богородицы Оранты, символизирующей земную Церковь, «Евхаристии» и святительского чина показано возведенное на жертве Спасителя здание Церкви Христовой. Подобный прием пространственно-символических соотношений находит свое идеальное воплощение в размещении «Благовещения» по сторонам от алтарной апсиды, что становится одним из наиболее устойчивых и традиционных элементов системы росписи византийского храма. Здесь, как и во многих других случаях, принципы сюжетных соотношений в Спасской церкви следует общепринятой традиции [3].

Среднюю зону занимает композиция «Сретение», разделенная аналогично «Благовещению» на две половины. В нижней зоне алтарных столбов раскрыты два поклонных Креста, которые представлены в виде «Этимасии», или «Престола уготованного» – древнейшего символа Святой Троицы, изображаемого в виде престола, над которым возвышается Крест с орудиями страстей – губкой и копием (рис.3). На подпружных арках, изображены фигуры святых, в отличие от других изображений головы у этих святых больше, чем на остальных фресках [1].

Алтарная декорация разделена на четыре регистра, и сюжетные изображения начинаются почти сразу над полом, имея лишь невысокий цокольный фриз, что увеличивает повествовательную площадь росписей. Над всей росписью алтаря, да и всего храма, доминировала огромная фигура Богородицы, занимающая примерно верхнюю половину апсиды. К сожалению, эта часть росписи имеет плохую сохранность, но полностью читаются контуры изображения Богородицы Оранты, фланкированной двумя поклоняющимися ей ангелами [3].



Рисунок 3. – Роспись западных граней алтарных столбов

Ниже фигуры Богоматери Оранты расположен регистр, занятый композицией «Евхаристия» или «Причащение апостолов». Композиция распространяется почти на всю длину алтаря, и крайне апостолы, изображенные парами, представлены в очень динамичных позах, бурно обсуждающие происходящее на их глазах чудо. Фигуры апостолов, все сильнее и сильнее склоняющиеся от периферии сцены к центру, подчинены особому выразительному ритму, направляя взгляд молящегося к центральному изображению, каковым является престол, за которым стоит Христос.

Два нижних регистра росписи алтаря также отличаются большим иконографическим своеобразием, и представляют собой во многом уникальное программное решение декорации алтарного пространства. В самом низу апсиды размещен традиционный святительский чин, в котором представлены наиболее почитаемые св. епископы. Многие из них узнаются по иконографии и благодаря частично читающимся подписям (рис. 4).



Рисунок 4. – Св. Иоанн Златоуст и Св. Василий Великий. Роспись алтаря

На стенах северного и южного сюжетов подкупольного креста размещены доминанты страстей Христовых – «Распятие» и «Сошествие во ад». Купол церкви, судя по архивным документам, древний, сложенный из плинфы, на древнем растворе. В люнете купола помешалось изображение Спасителя в сцене «Вознесение». Ниже размещена процессия апостолов к Богоматери в сцене «Поклонение» [1].

В среднем регистре, на северной стене расположена огромная композиция «Вход Господен в Иерусалим» (рис. 5), а напротив – «Воскрешение Лазаря», которые в настоящее время раскрыты не в полной мере. «Вход Господен в Иерусалим» открывает череду евангельских событий, повествующих о последних днях земной жизни Христа. Композиционное построение этого сюжета совершенно уникально. Он занимает всю северную стену, заходит в пространство жертвенника и обретает дополнительную символическую выразительность. Самым значительным в жертвеннике является изображение Богоматери, также интерес представляет наличие двух сюжетов – «Оплакивание Христа» и «Положение в гроб».



Рисунок 5. – Вход Господен в Иерусалим. Роспись северной стены северного рукава подкупольного креста

Кроме того, на западных стенах северного и южного рукавов, а также в самом западном рукаве подкупольного креста в этом уровне помещено четыре сюжета с чудесами Христа — «Исцеление прокаженного», «Исцеление слепого», «Призвание Закхейя» и «Брак в Кане». Наконец, нижнюю зону северной и южной стен занимают две большие композиции — «Успение Богоматери» и «Рождество Христово». Часть этой распространенной композиции заходит в пространство диаконника, где уже расчищены сцены «Поклонение пастухов» и «Путешествие волхвов», расширяющие сюжетный состав «Рождества Христова». Подбор сюжетов показывает, что в евангельском повествовании акцент сделан на событиях «страстей» Господних, или их прообразах, что соответствует общей программной направленности фресок Спасской церкви [3].

Фрески Спасо-Преображенской церкви имеют различия, что обусловлено, в первую очередь, участием в росписи храма нескольких мастеров, чья индивидуальность особенно отчетливо проявилась в написании ликов. Так, лики Христа и апостолов в композиции «Евхаристия» отличаются большим устремлением к классическим образцам, в их пропорциях ощущается та мера, которая была свойственна работе константинопольских мастеров.

Росписи внутри храма на сегодня раскрыты на 80%. Таких больших объемов отслоений в мире еще никто не делал. Остались участки, к которым трудно подступиться. В частности, это фрагменты, расположенные ниже пола – он был поднят во время перестройки церкви иезуитами в XVIII веке. Нет возможности раскрыть фрески около ниш-усыпальниц, так как это может привести к разрушению храма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евфрасиния Полоцкая. Её храм. Её фрески / А.А Селицкий – Минск: Беларусь, 2016. – 35–141 с.
2. Спасо-Преображенская церковь Евфросиньева монастыря и ее фрески / В.Д Сарабьянов – 2-е изд., – М.: Северный паломник, 2007. – 26–220 с.
3. Спасская церковь Евфросиниевского монастыря в Полоцке / В.Д. Сарабьянов / — 3-е изд., доп. и перераб. — Полоцк: Спасо-Евфросиниевский женский монастырь в г. Полоцке, 2016. – 45–352 с.
4. Фрески Спасо-Преображенского храма [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://spas-monastery.by/the_architectural_complex_of_the_monastery/saviour_transfiguration_church/frescoes.php. – Дата доступа: 06.04.2019.

УДК 72.03 (075.8)

КУЛЬТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ БЕШЕНКОВИЧЕЙ**М.А. КЛАССКОВСКАЯ, А.А. ГАРДЕЙ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р.М. ПЛАТОНОВА)*

Статья посвящена вопросам истории возникновения, реставрации и архитектуры культовых сооружений Бешенковичей: Свято-Ильинской церкви, часовни и костела Петра и Павла.

Свято-Ильинская церковь была построена из кирпича в псевдорусском стиле (1866–1870 гг.) на месте храма XV века, основанного польским королем Казимиром IV Ягеллончиком. Крестово-купольный храм увенчан пятью восьмигранными световыми барабанами с шатровыми завершениями и маковками-луковицами. Храм имеет прямую аналогию с церковью Апостолов в Солониках (1312–1315 гг.) В архитектурном декоре использованы элементы древнерусского и византийского зодчества – кокошники, трехлопастные арки. Как и в византийских храмах четыре парусных свода покрыты образами евангелистов (рис. 1) [1].

В храме хранятся иконы 17–19 веков – «Преподобная Евфросиния Полоцкая», «Тайная вечерня», «Матерь Божья Казанская», «Архангел Михаил», «Спас». Украшена трехлопастными арками, филенками, нишами, пилястрами. После реставрации на храме обновлены купола, крыша покрыта черепицей, полностью расписан южный придел, освященный в честь святого благоверного князя Александра Невского, продолжают работы в северном приделе, который освящен во имя апостолов Петра и Павла [2–4].

В годы Великой Отечественной войны храм сильно пострадал, так как фашисты приспособили святыню под склад. Сохранилось несколько фотографий, сделанных в начале июля 1941 года, на которых изображена повреждённая во время боёв Бешенковичская Свято-Ильинская церковь и выжженные дотла окрестности.



Рисунок 1. – Свято-Ильинская церковь

К настоящему времени Свято-Ильинская церковь преобразилась, радуя своих прихожан своим внешним и внутренним убранством: золотыми куполами, новым деревянным иконостасом ручной работы, росписями на стенах. Однако после реконструкции красный кирпич был скрыт под слоем белой штукатурки. При храме работает воскресная школа и действует сестричество. Храм относится к архитектурным ценностям Республики Беларусь и охраняется государством. После его посещения он надолго останется в памяти туристов.

Кроме Свято-Ильинской церкви в Бешенковичах имеется небольшая часовня-усыпальница, построенная в 19-ом веке, в очень типичном для таких построек стиле (рис. 2). Часовен такого типа сохранилось в Беларуси не много, поэтому данная часовня имеет также определённую историко-архитектурную ценность.



Рисунок 2. – Часовня

Уже в наше время построили костёл Петра и Павла (рис. 3). Костёл существовал в Бешенковичах с XVII века. Это католическая церковь св. Казимира и Рафаила (1650).

В 1634 году (по другим сведениям, в 1650) в Бешенковичах была построена первая деревянная церковь. Финансировал строительство Казимир Сапега, который также добился магдебургского права для местечка. В 1774 г. храм принадлежал Витебскому церковному округу. В 1785 г. была основана новая деревянная церковь Св. Казимира стараниями Нестора Лясковского. В 1866 году приход насчитывал 714 католиков. 1876 год отмечен в документах как начало строительства нового деревянного храма под названием «Костёл святого королевича Казимира и святого архангела Рафаила» на месте старого. Новый храм имел две башни, и был построен на деньги ксёндза Керснавского. В 1891 году приход состоял из 1050 католиков, несколько лет спустя, в 1899 году был 1001 католик. В 1908 году приход состоял из 1092 католиков. В то время население местечка составляло 5000 жителей, три четверти из которых были евреями. В деревянной церкви было четыре алтаря. В 60-х гг XX века церковь была разрушена.



Рисунок 3 – Костел Петра и Павла

Несомненно, эти достопримечательности хорошо дополняют туристическую атмосферу города Бешенковичи и придают ему определённую привлекательность в глазах путешественников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архітэктура Беларусі. Нарысы эвалюцыі ва усходне-славянскім і еўрапейкім кантэксте. Том 3, кніга 2. Другая палова XIX – пачатак XX ст. // Лакотка А.І., Габрусь Т.В. і інш., Мінск: Беларуская навука, 2007, 139–140 с.
2. Бешенковичи, Достопримечательности и памятные места, Утраченное [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.travellers.ru/city-beshenkovichi>. – Дата доступа: 05.01.2019.
3. Храм Илии Пророка (Ильинская церковь) с местечке Бешенковичи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.etoretro.ru/pic89172.htm>. – Дата доступа: 25.12.2018.
4. Свято-Ильинская церковь/Города Беларуси в некоторых интересных исторических сведениях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://myguidebook.ru/b/book/2988123418/79>. – Дата доступа: 02.02.2019.

УДК 72.03 (075.8)

**АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДВОРЦА
УСАДЬБЫ ХРЕПТОВИЧЕЙ В БЕШЕНКОВИЧАХ****А.А. ГАРДЕЙ, М.А. КЛАССКОВСКАЯ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р.М. ПЛАТОНОВА)*

Исследованы вопросы истории возникновения и строительства усадьбы Хрептовичей в Бешенковичах. Отмечена ее историко-архитектурная ценность и необходимость полного восстановления для использования в туристических целях.

Бешенковичи – городской посёлок в Витебской области Беларуси, бывший речной порт на Западной Двине. По архивным источникам он известен с XV в. В XVI–XVII вв. местечко принадлежало князьям Огинским, Хрептовичам.

С именем Огинских связан расцвет тогдашних Бешенковичей. В середине XVIII века местечко становится городом. В эти же годы здесь начинают проводиться ярмарки, на которые съезжается 4–5 тысяч человек не только из окрестных городов, но и из России и Польши.

После смерти в 1775 году Игнатия Огинского Бешенковичи отходят канцлеру Великого княжества Литовского Иоахиму Хрептовичу. Он и принимает решение о строительстве в городе дворца, которому суждено было стать интереснейшей достопримечательностью Бешенковичей (рис. 1). Усадьба Хрептовичей, созданная в конце XVIII века, сохранилась до наших дней практически в первозданном виде [1].

**Рисунок 1. – Усадьба Хрептовичей**

В архитектуре дворца, построенного в 1770-е гг. нет традиционного для раннего классицизма портика. Большую часть деталей здания относят к стилю ампир. Что касается его строения, дворец имеет П-образную форму, состоящую из трех связанных между собой корпусов: двухэтажный центральный и одноэтажные боковые флигеля. Решение главного фасада в целом плоскостное, использовалось под жильё. Средняя часть его слегка раскрепована и увенчана фронтоном. В центральном корпусе размещались основные залы и кабинеты. Ажурный балкон второго этажа с красивой витой чугунной оградой (рис. 2), расположен прямо над парадным входом, небольшие карнизы и плоские ниши составляют скромный архитектурно – художественный декор постройки [1].

**Рисунок 2. – Балкон второго этажа**

Недалеко от дворца размещались оранжерея и разнообразные хозяйственные постройки, где располагались кухня и конюшня (часть из них сохранилась). **Дворец окружал великолепный парк с аллеями и прудами в «англо-французском» стиле.** Главная аллея замыкалась дугообразным в плане прудом. Еще один пруд в виде круга имел в середине островок с беседкой. Также были созданы два искусственных водоема с островами. Бьющие со дна ключи не позволяли им замерзнуть, что позволяло круглый год содержать там лебедей. В 1821 во время посещения Бешенковичей императором Александром I парк обогатился малыми архитектурными формами. Рядом с дворцом среди парка был построен из дерева, соломы и ельника «потешный» зал на 1500 персон. Впоследствии граф Ириней Хрептович установил памятный знак высотой 3 аршина и 12,5 вершков (269 см). Состоял этот знак из четырех частей: гранитной плиты, кирпичного оштукатуренного пьедестала и колонны в виде усеченного конуса. Увенчан памятник был гранитным шаром диаметром 5 вершков (22,2 см). На пьедестале имелась надпись золотыми буквами на латинском: «Поставил граф Ириней Хрептович в память о пребывании на этом месте божественного государя Александра I со своим воинством». Памятник был окружен оградой из цепей, подвешенных на восьми гранитных столбах.

Дворец в разное время был местом остановок различных людей. В 1812 году в Бешенковичи прибывают неаполитанский король Мюрат и Наполеон. Императору Франции так понравился организованный Хрептовичем прием, что он решил провести во дворце еще несколько дней. Дворец Хрептовичей в Бешенковичах в 1876 году запечатлел на одной из своих акварелей Наполеона Орды (рис. 3).



Рисунок 3. – Акварель Наполеона Орды с изображением дворца Хрептовичей

Интересно, что комната во дворце графа Иринея Хрептовича, где ночевал Наполеон, с мебелью, другими вещами бережно сохранялась в том самом виде, в каком ее покинул император, больше столетия и демонстрировалась всем гостям. Кстати, именно в «комнате Наполеона» в 1821 году в Бешенковичи для смотра войск останавливается еще один император, но уже российский – Александр I [3–4].

Однако в 1918 году, содержимое дворца сильно пострадало от разграбления, но само здание сохранило свой исторический облик и является историко-культурной ценностью Республики Беларусь. В настоящее время его главный корпус используется как школа искусств Бешенковичей.

Таким образом, дворец Хрептовичей сейчас имеет большое значение как историко-архитектурный памятник, а при его полном восстановлении может быть и важным туристическим объектом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дворец Хрептовичей, Бешенковичи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://places.by/2017/11/07/dvorec-hreptovichej-beshenkovichi>. – Дата доступа: 05.01.2019.
2. Дворец Хрептовичей в Бешенковичах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://planetabelarus.by/sights/dvoret-khreptovichej-v-beshenkovichakh/>. – Дата доступа: 25.12.2019.
3. Узнаём незнакомую Беларусь: там, где бывал Наполеон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.velvet.by/shopwindow/svobodnoe-vremya/puteshestviya/uznaem-neznakomuyu-belarus-tam-gde-byval-napoleon>. – Дата доступа: 02.02.2019.
4. Город трёх императоров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax.by/article/14503>. – Дата доступа: 02.02.2019.

ГЕОДЕЗИЯ

УДК 528.48

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

А.Ю. КИРПИЧЁВ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Г.А. ШАРОГЛАЗОВА)

Рассмотрены современные технологии организации деформационного мониторинга ответственных инженерных сооружений в условиях все возрастающего влияния деятельности человека на экологию и окружающую среду.

Наблюдаемый в настоящее время стремительный технический прогресс оказывает все возрастающее вредное воздействие на окружающую среду, что проявляется в различных природных катаклизмах и авариях на инженерных сооружениях. Как земная кора (природный объект), так и техногенные сооружения, для сохранения равновесия в природе должны вести себя устойчиво. Но как свидетельствует опыт, это равновесие оказывается очень хрупким и легко нарушается. Хозяйственная деятельность человека усиливает деформационные процессы в земной коре, может спровоцировать землетрясения или иные природные катаклизмы, которые, в свою очередь, приведут к авариям на техногенных объектах. Взаимобусловленность влияний тектонических и техногенных факторов на природное равновесие является общеизвестным фактом. Ответственные инженерные сооружения, особенно экологически опасные, строятся возводить на стабильных тектонических структурах с учетом прочности горных пород, а также с расчетом сейсмостойкости сооружения, что далеко не всегда реализуемо.

Поэтому организация деформационного мониторинга природно-технических объектов чрезвычайно важна и актуальна. Деформационный мониторинг – это, прежде всего, геодезический мониторинг природных и инженерных объектов с оценкой их взаимобусловленного влияния на состояние природного равновесия и устойчивость сооружений. Актуальными здесь является организация следующего геодезического мониторинга:

- на подрабатываемых территориях;
- оползнеопасных склонов;
- ответственных инженерных, особо опасных и динамических (находящихся в состоянии непрерывных знакопеременных деформаций) сооружений: мостов, ГЭС, АЭС, высотных сооружений и т.д.

Деформационный мониторинг должен проводиться по единой заранее разработанной технологической схеме и современными методами с привлечением не только геодезических приемов, но и других технических возможностей.

Правильная организация слежения за деформациями ответственных инженерных сооружений является актуальным вопросом. Особенно эта проблема остро стоит в густонаселенных районах, так как в связи с развитием и ростом инфраструктуры больших городов наблюдается увеличение объемов строительства как автодорожных, так и железнодорожных магистралей. Это вызывает необходимость в возведении большого числа транспортных развязок, мостов и путепроводов, в том числе и в условиях плотной городской застройки. Поэтому для безопасного проведения строительно-монтажных работ и последующей эксплуатации необходимо проводить контроль за деформацией не только возводимых сооружений, но и уже существующих зданий [1].

В настоящее время имеется широкий спектр оборудования и программного обеспечения для решения задач деформационного мониторинга. В зависимости от применяемого оборудования методы наблюдений можно условно разделить на следующие группы:

1. Классические методы геодезических измерений
2. Лазерное сканирование
3. Использование ГНСС систем
4. Мониторинг объектов с применением датчиков
5. Автоматизированные системы мониторинга

Данное деление методов очень условное, потому что в большинстве случаев оно носит комбинированный характер. Например при деформационном мониторинге плотины Рублёвского гидроузла компанией ГУП “Мосгоргеотрест” было реализовано решение компании Leica Geosystems, которое включало в себя использование комбинированной автоматизированной системы мониторинга с использованием

ГНСС оборудования Leica GMX902 GG, системы инклинометров Leica NIVEL 220, роботизированного тахеометра Leica TS15A.

Поэтому вкратце рассмотрим каждый из этих методов.

Метод классических измерений включает в себя методы геометрического нивелирования и тахеометрической съемки. Независимо от того, что данные методы используются очень давно, они не теряют своей актуальности и сегодня. При использовании метода геометрического нивелирования превышения между точками на расстоянии 5–10 м можно определять с точностью до 0,05–0,1 мм, а на расстоянии сотен метров – с точностью до 0,5 мм. При определении осадок мостов и эстакад используют нивелирование I и II классов, СКП превышений на станции в этих случаях равны 0,4 и 0,9 мм соответственно. Отметки деформационных точек (марок) на весь период наблюдений определяют относительно исходного опорного репера или группы реперов. Полученные результаты уравнивают, оценивают фактическую точность отметок, по разностям отметок в циклах строят графики осадок [2]. В настоящее время наибольшая степень автоматизации геометрического нивелирования достигается при использовании цифровых нивелиров, представителями которых к примеру являются нивелиры серии Leica Sprinter, Trimble Dini, Sokkia SDL.

Ко второй составляющей классических методов измерений относят тахеометрическую съемку. На данный момент этот вид работ выполняется точными, высокоточными и роботизированными тахеометрами. В современных реалиях все тахеометры которые применяются для мониторинга на крупных объектах имеют безотражательный режим измерений, так как не всегда есть возможность установить марку либо призму. Во многих моделях реализована оптическая система со встраиваемой камерой, которая позволяет более точно навестись на точку посредством вывода изображения либо на дисплей тахеометра, либо контроллера. Данная опция реализована в тахеометрах Trimble S серии и в роботизированных тахеометрах Leica.

Метод наблюдения за деформационными процессами с помощью лазерных сканеров схож с измерением роботизированным тахеометром. Если подойти к технической стороне вопроса, то можно сказать, что лазерный сканер – это прибор, оснащенный высокоскоростным безотражательным лазерным дальномером и системой изменения направления луча лазера – специальное поворотное зеркало. Задав область сканирования – сектор поворота зеркала, в котором будет с большой скоростью до 50000 точек в минуту распространяться лазерный луч дальнометра, можно получить сплошную съемку интересующего объекта. Причем плотность точек лазерного сканирования может быть от 0,25 мм до 1 м и более. В результате получается массив точек, каждая из которых имеет 3 пространственные координаты X Y Z.

Все управление работой прибора осуществляется с помощью портативного компьютера со специальным ПО. Полученные значения координат точек из сканера передаются в компьютер и накапливаются в специальной базе данных.

Лазерные наземные сканеры часто классифицируют по принципу определения пространственных координат на импульсные, фазовые и триангуляционные.

В импульсных сканерах реализован метод определения расстояний, основанный на точном определении времени прохождения импульса до цели и обратно. Так как в этом методе используется световой импульс для непосредственного измерения расстояния, то главное достоинство таких сканеров – в большой дальности измерений (несколько сотен метров).

Дальность действия фазовых сканеров ограничена 100 м. В сканерах этого типа расстояние определяется на основе измерения сдвига фаз излучаемого и отраженного сигналов. Поскольку в этом методе используется модулированный световой сигнал, для определения расстояния, в отличие от импульсного метода, большой мощности лазера не требуется, поэтому расстояния могут быть измерены с ошибкой в несколько мм. Скорость измерений фазовых сканеров на несколько порядков (1–2) превосходит скорость импульсных сканеров.

Триангуляционный метод реализован в высокоточных сканерах. Конструктивной особенностью сканеров такого типа является то, что излучатель и приёмник сигнала разнесены на известное расстояние (базис). Такие сканеры позволяют достичь точности измерений в десятые и даже сотые доли миллиметра, но на коротких дистанциях (в несколько метров). Последовательность производства работ по лазерному сканированию показана на рисунке 1 [3].

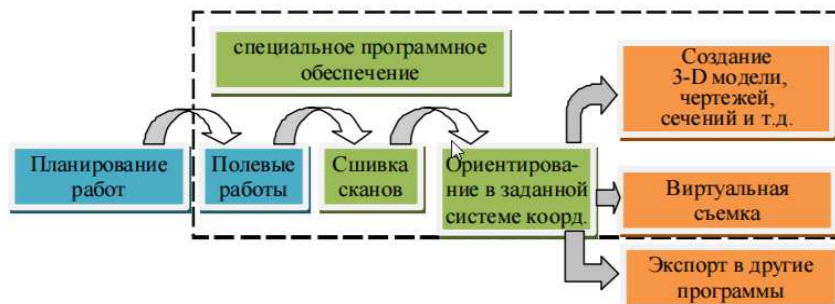


Рисунок 1. – Последовательность производства работ по лазерному сканированию [3]

Следующим разделом наблюдений за деформациями является деформационный мониторинг объектов с применением ГНСС

Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) – это система, при помощи которой можно получить координаты в любой точке земной поверхности путем обработки спутниковых сигналов.

Определение координат по наблюдениям навигационных спутников возможно следующими методами [3]:

1) абсолютным, когда координаты получают одним приёмником в системе координат искусственного спутника Земли (ИСЗ) методом засечки положения приёмника от КА с известным положением. Метод также носит название «точечное позиционирование»;

2) дифференциальным, когда наблюдения выполняются не менее чем двумя приёмниками, один из которых расположен на опорном пункте с известными координатами, а второй – на определяемом. В этом методе по результатам наблюдений на опорном пункте получают поправки к параметрам наблюдений для определяемого пункта или к его координатам, т.е. наблюдения обрабатываются отдельно. Метод обеспечивает «мгновенные» решения, или решения в реальном времени;

3) относительным, когда одновременно выполненные на опорном и определяемом пунктах наблюдения обрабатываются совместно. В этом методе определяют вектор, соединяющий опорный и определяемый пункты, или так называемый «вектор базовой линии».

В каждом из указанных методов определение координат возможно путём измерения как по фазе кода (по кодовым псевдодальностям), так и по фазе несущей частоты сигнала (обычно просто по фазе несущей).

Точность кодовых дальностей имеет метровый уровень, точность фазовых измерений составляет несколько мм. Точность дифференциального и относительного методов выше, чем у абсолютного (ошибки на уровне см и меньше).

В каждом из методов наблюдения могут быть выполнены в режимах статики и кинематики. В первом случае оба приёмника стационарны, во втором – один приёмник неподвижен, а другой перемещается.

Статическое позиционирование позволяет повысить точность определений за счёт накопления данных. Относительное позиционирование по фазовым измерениям является наиболее точным методом определения координат и используется в геодезии наиболее часто.

Кинематическое позиционирование даёт возможность получать траекторию движения объекта, на котором установлен подвижный приёмник – ровер.

В широком смысле под мониторингом понимается наблюдение за окружающей средой, представляющей собой динамическую, то есть постоянно изменяющуюся систему с целью ее контроля, изучения, прогноза и охраны. По уровню охвата территории различают глобальный, региональный и локальный мониторинг, по оперативности получения результата – от долей секунды до нескольких часов и даже суток и более [3].

Примерами деформационного мониторинга реализовано организацией НАВГЕОКОМ на примере вантового моста через мост через р. Мзымта. Мониторинг осуществлялся посредством комплекта ГНСС оборудования Leica GMX902 GG.

Напрямую деформированное состояние конструкций способны измерять датчики деформаций, перемещений и углов поворота. Для измерения перечисленных параметров используются самые различные приборы: механические, оптомеханические, электромеханические, электронные. К таким приборам относятся тензодатчики, оптические датчики, струнные пьезодатчики деформаций. В работе М.Л. Хазанова приведено полное описание и сравнительный анализ большого количества различных приборов, позволяющие с той или иной степенью достоверности определять напряженно-деформированное состояние конструкций. Среди них особое внимание необходимо уделить электронным приборам, или приборам, работающим с аналогово-цифровыми преобразователями (АЦП), так как они позволяют проводить измерения без непосредственного участия человека с образованием компьютерных сетей для получения и обработки полученной информации. Электронные приборы пришли на смену большому количеству механических датчиков самых разнообразных конструкций и систем: для тензометров это системы Гунберга, Аистова, Нилендера; виброизмерители Шенека, Гейгера; инклинометры Стопани и измерители усилий Махновского.

Наиболее распространенными приборами измерения деформаций являются тензодатчики на основе тензорезисторов, индуктивных датчиков и оптоэлектронных датчиков деформаций. Действие тензорезисторов основано на изменении электрического сопротивления элемента при его деформации. Достаточная чувствительность для измерения малых деформаций пролетных строений может достигаться путем применения качественных высокочувствительных АЦП, определенных схем подключения тензодатчиков типа «мост» или «полумост». Достигается необходимый уровень точности путем статистического анализа получаемых от тензорезисторов данных, их фильтрации с целью отбрасывания заведомо ложных показаний.

Индуктивные тензодатчики основаны на изменении индуктивности соленоида при линейном перемещении якоря внутри обмотки. При работе датчика происходит первичное возбуждение обмоток и демодуляция их сигналов с помощью специальной электронной схемы. Индуктивные тензодатчики, и тензодатчики других конструкций установлены на пролетном строении моста Александра Невского в Санкт-Петербурге.

Важным параметром при проведении мониторинга высотных сооружений, таких как опоры мостов, пилоны вантовых и висячих мостов, а также пролетных строений является изменение угла наклона элементов. Для измерения угла наклона применяются инклинометры – специальные датчики, преобразующие изменение своего положения в аналоговые или дискретные электрические сигналы, регистрируемые системами сбора данных [4].

Существующие регламенты и инструкции по эксплуатации объектов определяют порядок, объём работ и периодичность геодезического мониторинга. Недостатком такого подхода является отсутствие информации о состоянии объекта между периодами проведения мониторинга, что в предельном случае не позволяет отследить быстроразвивающиеся деформационные процессы. В качестве примера можно привести контроль за склоном карьера, деформационные процессы в котором могут развиваться за 1–2 часа и привести к его обрушению.

Автоматизированные системы мониторинга свободны от такого недостатка, и позволяют собирать и обрабатывать данные о деформационных процессах контролируемого объекта с любой периодичностью, а также осуществлять экстренное оповещение заинтересованных служб о нештатных ситуациях. Автоматизированные системы деформационного мониторинга могут быть геодезическими, геотехническими или комбинированными. В геодезических системах мониторинга в качестве датчиков используются геодезические приборы, позволяющие непосредственно измерять координаты или смещения контролируемых точек объекта (например: тахеометры, спутниковые навигационные приёмники, инклинометры). В геотехнических системах используются датчики различных физических величин, которые обеспечивают дополнительную информацию о состоянии объекта (например: тензометры, акселерометры, экстензометры, датчики температуры, давления и влажности и др.). Наиболее полную информацию о состоянии контролируемого объекта дают, безусловно, комбинированные системы. Такие системы рекомендуются устанавливать на значимые объекты инфраструктуры [5].

Данный метод был реализован компанией СОДИС ЛАБ на многих объектах олимпиады в г. Сочи : Дворец спорта “Большой”, Дворец спорта “Айсберг”, Олимпийский стадион “Фишт”, Конькобежный центр “Адлер-Арена”. Так же такая система позволяет производить постоянный мониторинг оползневых явлений, для примера компания Алькомп при использовании оборудования компании Leica предложила решение по мониторингу оползневых склонов совмещенной автомобильной и железной дороги “ Адлер – Горноклиматический курорт “Альпика-Сервис”

Ознакомившись с различными направлениями в сфере разработок систем мониторинга инженерных сооружений, различными методами организации деформационного мониторинга, можно сделать вывод, что контролируемые при проведении мониторинга параметрами являются: пространственное положение объекта наблюдения и его конструктивных элементов, деформации конструкций, а также их вибрационные параметры. Для обеспечения автоматизированного мониторинга мостовых сооружений в настоящее время существует широчайшая приборная база, позволяющая контролировать большинство интересующих параметров работы сооружений. Выбор используемых приборов зависит от поставленных задач мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 274.1325800.2016 Мосты. Мониторинг технического состояния [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456050588/>. – Дата доступа: 25.09.2019.
2. Марфенко С.В. Геодезические работы по наблюдению за деформациями сооружений. Уч. пособие. М.: МИИГАиК, 2004, – 36 с.
3. Азаров Б.Ф. Современные методы геодезических наблюдений за деформациями инженерных сооружений Ползуновский вестник № 1 2011. – 19–29 с.
4. Баранов Т.М. Метод оценки геодинамической безопасности железобетонных автодорожных мостов и технологии их мониторинга: дис. на соиск. канд. тех. наук – Иркутск, 2014. – 159 с.
5. Мониторинг деформаций [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://geosystems.ru/solutions/monitoring-deformatsiy/>. – Дата доступа: 25.09.2019

УДК 523.2 551.2 551.3 551.5

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА СЕЙСМИЧНОСТЬ ЗЕМЛИ

А.В. ПРОКОПОВИЧ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Г.А. ШАРОГЛАЗОВА)

Рассматривается магнитное поле Земли, описываются некоторые процессы, происходящие на Солнце, а также приведен анализ работ различных учёных, в котором описывается влияние солнечной активности на сейсмичность земли.

Главным в изучении влияния солнечной активности на сейсмичность земли является накопление и изучение полученного материала из различных источников, а так же понимание различных процессов которые происходят на солнце и в последующем влиянии части этих процессов на сейсмичность земли.

Основное воздействие процессы, происходящие, на Солнце оказывают на магнитное поле земли. Магнитное поле сходится в двух почти противоположных точках земной поверхности называемых магнитными полюсами, далеко отстоящих от географических полюсов Земли. Южный магнитный полюс находится в Северном полушарии Земли, вблизи северного берега острова Виктория (Канада, 96° з. д. и 71° с. ш.); северный магнитный полюс лежит в Южном полушарии, в Тихом океане, вблизи берегов Антарктиды (150° в. д. и 70° ю. ш.).

Исследованиями, которые были проведены с различных космических аппаратов, установлено, что магнитное поле Земли находится от нее на расстояние более 50 тысяч километров. Оно блокирует элементарные электрически заряженные частицы, летящих из космоса и не пропускает их к Земле. Задержанные магнитным полем, эти частицы образуют вокруг Земли радиационный пояс, начинающийся примерно в 450 километрах от земной поверхности и заканчивающийся на расстоянии около 50 тысяч километров от нее.

А распад в солнечной атмосфере сильных магнитных полей называют сенечной активностью. Признаком усиления солнечной активности служит появление на его поверхности солнечных пятен. В 1908 году Хейл обнаружил, что пятна обладают магнитным полем, напряженность которого достигает 2000–4000 гаусс, в то время как напряженность магнитного поля Солнца не превышает и один гаусс. Пятна изначально появляются на широтах 30°–40°, смещаясь затем к экватору с юга и с севера, достигая максимального числа около 10°–20°, после чего, число пятен уменьшается. Факт изменения числа солнечных пятен со средней периодичностью 11 лет был установлен в середине прошлого столетия Г. Швабе и Р. Вольфом.

История появления этого индекса такова. Р. Вольф из Цюриха собрал все данные о пятнах, систематизировал их, организовал, регулярные наблюдения и предложил оценивать степень активности Солнца специальным индексом, определяющим меру “запятнанности” Солнца (W). Учитывалось число пятен, наблюдавшихся в данный день и число групп солнечных пятен на видимом диске Солнца. Этот индекс впоследствии был назван “числом Вольфа”. Он начинает свой ряд с 1749 года. Индекс W рассчитывается по следующей формуле (1)

$$W = k(10g + f), \quad (1)$$

где W – число Вольфа;

g – число групп пятен на видимом солнечном диске;

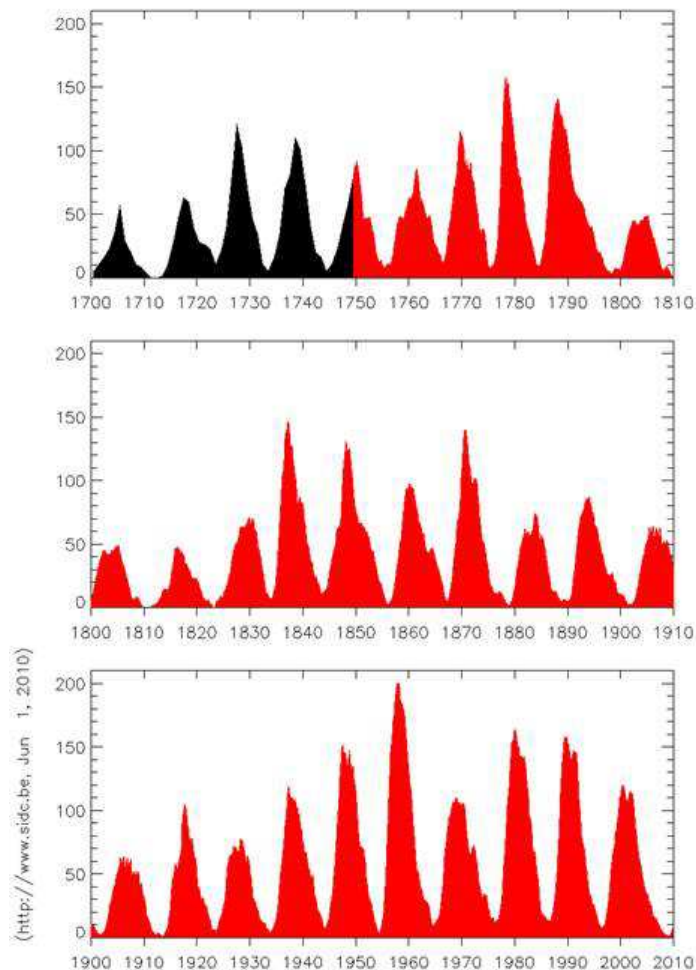
f – число пятен (включая ядра и поры) во всех группах.

Значение коэффициента k зависит от многих факторов, включая особенности методики наблюдений, условий видимости в момент наблюдения, индивидуальных особенностей наблюдателя и др.

На рисунке приведен график изменений чисел Вольфа с 1700 г. по 2000 г. Общепринята нумерация одиннадцатилетних циклов солнечной активности, в которой нулевой номер присвоен 11-летнему циклу с максимальным значением в 1750 году. Средняя продолжительность 11-летнего цикла считается равной 11,1 года. Однако длительность 11-летнего цикла существенно варьирует в реальности, причем при определении обстоятельствах, период циклов варьирует от 9,0 до 13,6 лет, а по эпохам максимумов, от 7,3 до 17,1 года (Ю.И. Витинский, 1976).

А в работе сделанной позже Г.Я. Васильева и В.И. Кожанчиков исследовали около 2000 землетрясений различных регионов Земли за период одного цикла солнечной активности с 1962 по 1973 гг. и пришли к следующему выводу. Число землетрясений проходящих на поверхности, увеличивается с усилением солнечной активности, а число землетрясений проходящих на большой глубине уменьшается в эпоху максимума солнечной активности. В свою очередь Ю.Д. Калинин, сопоставил данные о землетрясениях за периоды 1897–1958 гг. и 1963–1968 гг. с солнечной активностью и отметил, что повышен-

ная сейсмическая активность последовательно появляется внутри 11-летнего солнечного цикла на географических широтах, все более удаленных от северного полюса. В последующей работе Ю.Д. Калинин (1974), структурируя предложенную гипотезу, указывает, что изменения солнечной активности от цикла к циклу обуславливают нерегулярные колебания угловой скорости вращения Земли, что в свою очередь влияет на сейсмическую активность.



**Рисунок. – График изменения чисел Вольфа (W)
По данным Центра Анализа Данных (SIDC) Королевской Обсерватории Бельгии**

О.В. Лусманашвили отмечает, что Солнце возможно влияет на землетрясения Кавказа. Рассматривает землетрясения, происходившие там с 1900 по 1970 гг., и приходит к выводу, что существует связь, с одной стороны, между сейсмической активностью, происходящей на Кавказе и изменением уровня Каспийского моря, с другой стороны, между колебанием уровня моря и активностью Солнца. Сравнение им спектров активности Солнца и периодичность землетрясений Кавказа показало, что наблюдается сходство.

Необходимо так же взять во внимание, что есть такие работы, в которых четкой связи сейсмичности Земли с солнечной активностью не наблюдается. Так Ван-Жиль, делая анализ более чем 20000 слабых землетрясений, которые происходили с 1910 по 1945 годы, отметил, что связь между солнечной активностью и слабой сейсмичностью практически отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Различные электронные ресурсы такие как: <http://kataklyzm.ru>, <http://naukarus.com>, <http://ena.lp.edu.ua>, <https://ru.wikipedia.org>, <https://zn.ua>, <http://www.lib.tpu.ru>, <https://helpiks.org>.

УДК 551.5 551.2 528.2

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНЦЕПЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

А.В. ПРОКОПОВИЧ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Г.А. ШАРОГЛАЗОВА)

Приводится анализ основных концепций и различных работ учёных, а также представлены основные виды процессов влияющих на изменения уровня Каспийского моря.

Изучение уровня колебание Каспийского моря проходило многие годы, но резкое повышение уровня в конце 70 – начале 80-х гг. прошлого столетия показало несостоятельность большинства концепций. В результате появилось противостояние с одной стороны климатологов и гидрологов, с другой - геологов. Соответственно появились две основные концепции изменения уровня Каспийского моря: климатическая и геологическая.

Представителями климатической теории являются такие учёные как Брикнер это русский учёный, который в 1890 году обработав огромный материал наблюдений, заключил, что колебания уровня Каспия происходят с периодичностью в 30 лет так же он, постановил, что тёплые годы сопровождаются низкой водой, а холодные высокой.

Существует так же мнение, что уровень Каспийского моря в своей основе ещё будет понижаться. Так, например профессор Б. А. Аполлов считал, что в течение нескольких десятков лет стоит ожидать периодическое снижение уровня моря. При этом он учитывает не только изменение климатических условий, но и берёт во внимание деятельность человека.

Но Л.С. Берг написал, что уровень, спада начавшийся в 1820 году должен смениться подъёмом с достаточной продолжительностью он составил кривую хода изменения уровня Каспия, что можно видеть на рисунке, начиная, с 1550 года для этого он использовал старые карты и различные документы. Так же он сделал возможный прогноз уровня моря на будущее согласно своим наблюдениям.

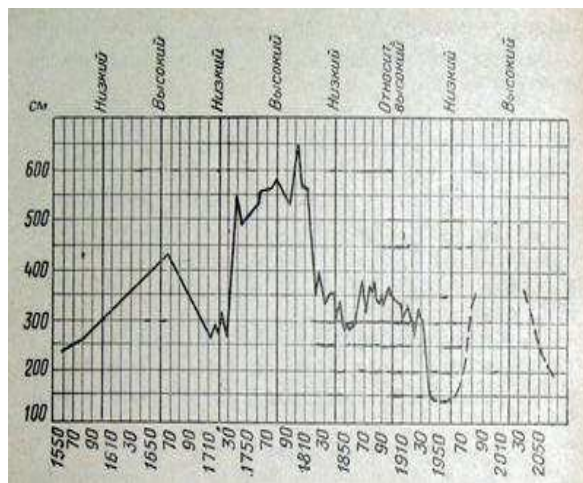


Рисунок. – Вековой ход уровня Каспия у города Баку

Как мы видим, мнения учёных расходятся, но ключевыми в климатической концепции являются составление уравнения водного баланса и анализ его компонентов. Суть этого уравнения следующая. Изменение объема вод является разницей между поступающей водой в море, например с помощью рек и отступающей из моря под влиянием различных факторов, таких как испарение с поверхности моря и отток вод в залив Кара-Богаз-Гол. Но все же ведущая роль в водном балансе моря принадлежит соотношению стока рек Волги, Урала, Терека, Сулака, Самура, Куры и испарения, а также разнице между испарением и атмосферными осадками на поверхности моря. Что касается вклада, который дает приток речных вод то он составляет более двух третьих в изменении уровня моря.

Представителями же геологической концепции, такие как Д.А. Лилиенберга объясняет спад и подъем уровня Каспия сменой напряжений в земной коре. В результате этого, в пределах осадочного бассейна, связанного с давлением Аравийской плиты, возможно происхождение таких процессов как

сжатия-растяжения, способного периодически менять объем осадочного бассейна и вызывать изменение высотного положения уровня моря. Вклад только вертикальных тектонических движений в изменение уровня моря автор оценивает в 10–20%. А в современных наблюдениях Каспийской области ведущая роль принадлежит горизонтальным смещениям, скорость которых, значительно превышает скорость вертикальных смещений.

Н.А. Шило и М.И. Кривошей рассмотрели явления выжимания и поглощения воды осадочной толщей, обусловленные процессами сжатия и растяжения в земной коре, и их возможное влияние на колебания уровня Каспия. В качестве основы напряжений в земной коре авторы выбрали землетрясения и подсчитали их подобие с невязками водного баланса. Коэффициент подобия невязок водного баланса с силой землетрясений очень большой. Авторы утверждают, что современный подъем уровня Каспия в среднем на 50% был обусловлен разгрузкой в море подземных вод, происходящей преимущественно по тектоническим нарушениям.

Из этого следует согласно геологической концепции, к причинам изменения уровня Каспия относят процессы двух групп. Процессы первой группы, по мнению геологов, ведут к изменению объема каспийской впадины и как следствие - к изменениям уровня моря. В число таких процессов входят вертикальные и горизонтальные тектонические движения земной коры, накопление донных осадков и сейсмические явления. Во вторую группу входят процессы, воздействующие, как полагают геологи, на подземный сток в море, то увеличивая его, то уменьшая. Такими процессами называют периодическое выдавливание или поглощение вод, которые насыщают донные отложения под воздействием изменяющихся тектонических напряжений.

В настоящее время практически нет сомнений, что различные геологические факторы – тектонические движения, вызывающие изменение объема и формы бассейна, разгрузка подземных вод в акваторию - оказывают влияние на процесс изменения уровня Каспийского моря. Вместе с тем, большинство исследователей, и в первую очередь гидрологи и климатологи, полагают, что скорость геологических процессов крайне мала по сравнению с параметрами, отражающими колебания уровня моря, и геологические факторы не могут служить объяснением колебаний уровня Каспия в историческом масштабе времени.

Климатическая же теория лучше описывает изменения уровня моря в определённый период, но также не является основной причиной, так как нельзя исключать как геологическую активность так, а техногенный фактор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Различные электронные ресурсы, такие как <http://stepnoy-sledopyt.narod.ru>, <https://www.dissercat.com>, <https://ru.wikipedia.org>, <http://www.pereplet.ru>, <https://cyberleninka.ru>.

УДК 528.48

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОДНОЛЫЖНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ

П.Д. ГАТЧЕНКО

(Представлено: П.Ф. ПАРАДНЯ)

Статья посвящена использованию геодезических методов для определения на местности воднолыжной трассы. На конкретном примере рассматривается вынос в натуру основных точек трассы методом угловой засечки от базисной линии на берегу озера. Обработка результатов выполнена в программном продукте WaterskiHomologation.

Воднолыжный спорт предполагает передвижение по поверхности воды на специальных лыжах за движущимся катером или тягловым устройством. Движение осуществляется по заранее установленной траектории, отклонение от которой влечет снижение оценки судейской бригады. Эта траектория должна задаваться с определенной точностью, чаще всего геодезическими методами.

Рассмотрим технологию выноса в натуру воднолыжной трассы на озере Люхово вблизи г. Новополоцка. Трасса закреплялась специальными буями. Общий принцип их установки приведен на рис. 1.

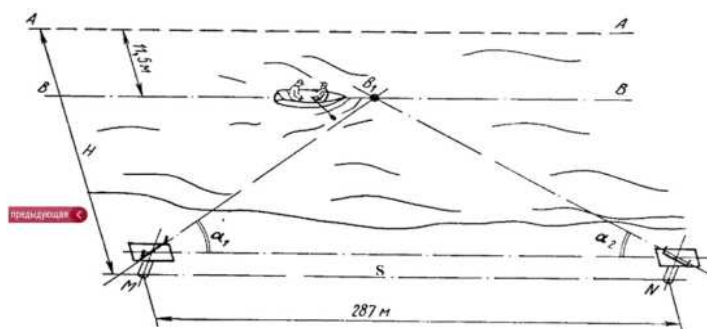


Рисунок 1. – Схема установки буйа: MN – базисная линия; B₁ – положение буйа; α_1 и α_2 – заданные углы между базисной и створной линиями; AA – ось трассы; BB – ось линии огибаемых воднолыжником буйков

Как видно из рисунке 1, здесь реализован метод угловой засечки из точек M и N базисной линии.

Длина базисной линии вдоль берега в нашем случае составляла 356.424 м.

Тахеометром из точек St₁, St₂ данной базисной линии выносились следующие точки (рис. 2):

G1–G4 – ворота;

PG1–PG4 – контрольные точки;

S1–S6 – рабочие буй, через которые проходит спортсмен-воднолыжник;

B1–B12 – коридор, по которому движется катер.

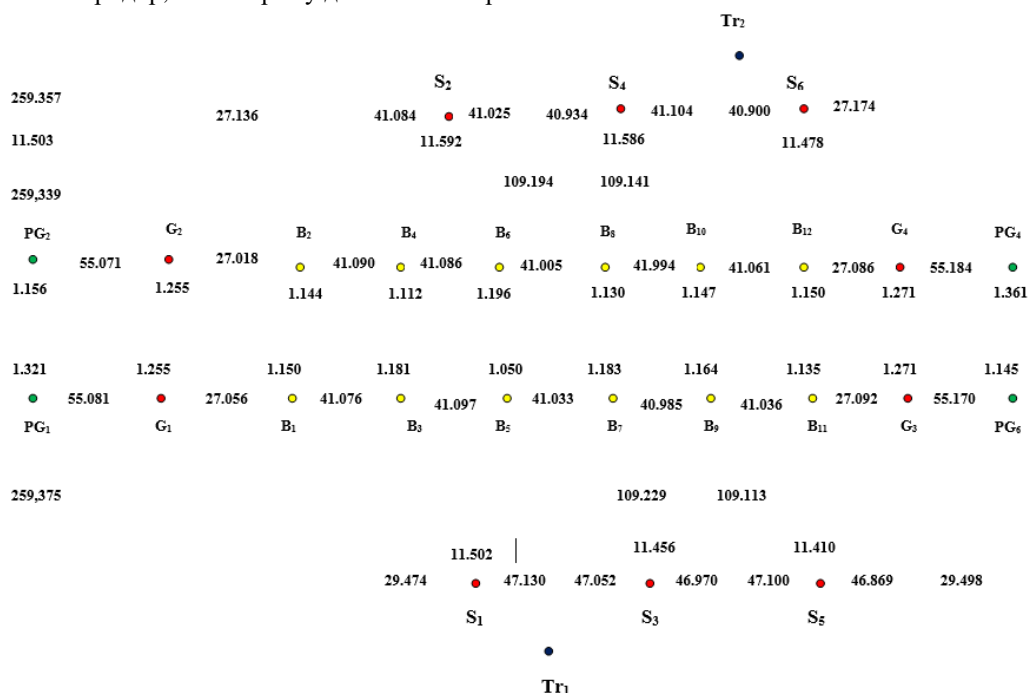


Рисунок 2. – Схема расположения точек воднолыжной трассы на оз. Люхово, г. Новополоцк

Вся вычислительная обработка производилась в специальном программном продукте *WaterskiHomologation*.

Основные функции программного обеспечения *Waterski Homologation*:

- Поддержка работы с 1-й (полярная), 2-х или 3-х исходных станций;
- Возможность использования безотражательного режима измерений;
- Поддержка режима измерений X, Y;
- Поддержка режима измерений широта, долгота, высота (для RTK GPS);
- Отображение реального положения буев относительно того, где они должны быть.

Данные представлены в виде двух таблиц (рис. 3). Первая таблица содержит результаты измерений на двух станциях. Вторая таблица состоит из вычисленных значений длин линий, полученных по результатам измерений из первой таблицы. Кроме того, в ней приведены оптимальные величины и границы допустимого диапазона. Все значения первого столбца не должны выходить за пределы указанного диапазона.

Homologation level	Station 1	Station 2	Station 3
Normal			
St1		0,0000	
St2	0,0000		
St3			
Homologation mode			
Stations 1,2			
G1	329,5314	44,2144	
G2	330,1942	43,4405	
G3	258,1108	22,2705	
G4	257,5346	22,0706	
Angle unit			
Min sec degrees			
S1	324,0722	42,0714	
S2	320,5707	31,4837	
S3	307,1605	32,3256	
S4	298,2334	25,3047	
S5	282,0834	26,5401	
S6	266,4355	21,4303	
B 1	325,5813	39,4802	
B 2	326,2326	39,1557	
B 3	318,3157	34,3308	
B 4	318,5706	34,0412	
B 5	308,5458	30,3802	
B 6	309,1725	30,1243	
B 7	296,4529	27,4120	
B 8	297,0228	27,1801	
B 9	282,3005	25,2125	
B10	282,3526	25,0018	
B11	267,3056	23,2845	
B12	267,2229	23,0941	
PG1	336,0820	57,3903	
PG2	336,3211	57,0041	
PG3	242,1120	20,3940	
PG4	241,4455	20,2201	
Tr1			
Tr2			

B6 / B6	Mesures	Exact	Tol Min	Tol Max
Lengths				
Axe - Axe	259,357	259,000	257,705	260,295
G1 - G3	259,375	259,000	257,705	260,295
G2 - G4	259,339	259,000	257,705	260,295
G1 - B 5	109,229	109,150	108,920	109,380
G2 - B 6	109,194	109,150	108,920	109,380
G3 - B 7	109,113	109,150	108,920	109,380
G4 - B 8	109,141	109,150	108,920	109,380
Lengths				
Axe - S1	27,136	27,000	26,730	27,270
S1 - S2	41,084	41,000	40,590	41,410
S2 - S3	41,025	41,000	40,590	41,410
S3 - S4	40,934	41,000	40,590	41,410
S4 - S5	41,104	41,000	40,590	41,410
S5 - S6	40,900	41,000	40,590	41,410
S6 - Axe	27,174	27,000	26,730	27,270
Lengths				
PG1 - G1	55,081	55,000	54,450	55,550
PG2 - G2	55,071	55,000	54,450	55,550
G1 - B 1	27,056	27,000	26,730	27,270
G2 - B 2	27,018	27,000	26,730	27,270
B 1 - B 3	41,076	41,000	40,590	41,410
B 2 - B 4	41,090	41,000	40,590	41,410
B 3 - B 5	41,097	41,000	40,590	41,410
B 4 - B 6	41,086	41,000	40,590	41,410
B 5 - B 7	41,033	41,000	40,590	41,410
B 6 - B 8	41,005	41,000	40,590	41,410
B 7 - B 9	40,985	41,000	40,590	41,410
B 8 - B10	40,994	41,000	40,590	41,410
B 9 - B11	41,036	41,000	40,590	41,410
B10 - B12	41,061	41,000	40,590	41,410
B11 - G3	27,092	27,000	26,730	27,270
B12 - G4	27,086	27,000	26,730	27,270
G3 - PG3	55,170	55,000	54,450	55,550
G4 - PG4	55,184	55,000	54,450	55,550
Diagonals				
Axe - S1	29,474	29,347	29,054	29,640
S1 - S2	47,130	47,011	46,541	47,481
S2 - S3	47,052	47,011	46,541	47,481
S3 - S4	46,970	47,011	46,541	47,481
S4 - S5	47,100	47,011	46,541	47,481
S5 - S6	46,869	47,011	46,541	47,481
S6 - Axe	29,498	29,347	29,054	29,640
Widths				
Axe - G1	1,255	1,250	1,125	1,375
Axe - G2	1,255	1,250	1,125	1,375

Рисунок 3. – Окно программного продукта *Waterski Homologation*

Анализируя содержимое таблицы можно сделать вывод о хорошем качестве и достаточной точности выполненных работ по выносу в натуру воднолыжной трассы на озере Люхово.

ЛИТЕРАТУРА

1. Факты о воднолыжном спорте. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fsk-krasnopole.schools.by/pages/interesnye-fakty-o-vodnolyznom-sporte> . Дата доступа: 17.09.2019
2. Программное обеспечение *Waterski Homologation*. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.waterski-sofwares.com/download/homologation.html> Дата доступа: 17.09.2019

УДК 528.48

ГЕОДЕЗИЯ И СПОРТ

П.Д. ГАТЧЕНКО

(Представлено: П.Ф. ПАРАДНЯ)

Рассматривается роль геодезии в спортивной индустрии. На примере отдельных спортивных дисциплин демонстрируется принцип геодезических измерений для определения результатов спортсменов. Уделяется внимание актуальным на современном этапе технологиям GPS-измерений.

Без геодезии в настоящее время не обходится ни одна отрасль, не является исключением и спорт. Благодаря геодезическим приборам и программному обеспечению на спортивных соревнованиях быстро и легко определяются результаты спортсменов.

Например, на соревнованиях по легкой атлетике могут использоваться тахеометры с ручным или автоматическим поиском призмы. Основной их задачей является измерение и вычисление расстояний.

Такая технология применяется для различных спортивных дисциплин:

- метание диска (молота, копья),
- толкание ядра,
- прыжки в длину (в высоту, с шестом),
- тройной прыжок.

На XXX летних Олимпийских играх в Лондоне использовали технологии LeicaGeosystems при фиксации спортивных результатов. Программное обеспечение тахеометров Leica позволяет мгновенно измерять высоту или длину прыжка спортсмена, а также дальность полета спортивных снарядов – копья, ядра, молота или диска (рис. 1).

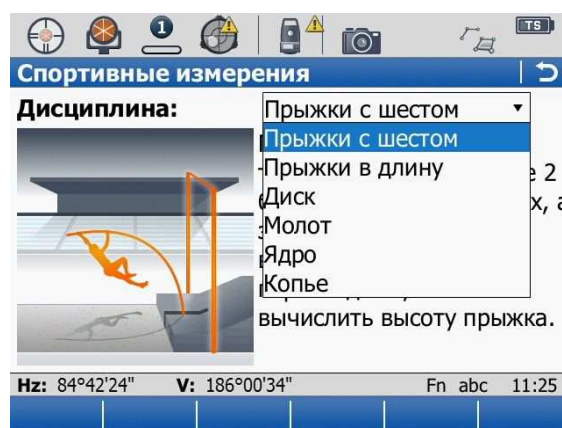


Рисунок 1. – Окно программного обеспечения для тахеометров Leica [1]

В настоящее время 75-и метровые броски можно мгновенно измерить с точностью до одного миллиметра. Технология измерения расстояний основана на высокоточной хронометрии объединенной с лазерной технологией. Она позволяет определить, за какое время импульс лазерного излучателя переместится от стартовой линии или линии броска до места, где спортсмен или брошенный объект приземлится. Такая невидимая "инфракрасная вспышка" охватывает почти 300 000 км всего за одну секунду. Расстояние 75-и метрового броска туда и обратно покрывается за половину миллионной доли секунды (0,0000005 сек). Но скорость, с которой движется световой импульс, также зависит от температуры, влажности и яркости. Поэтому лазерный тахеометр Leica, который автоматически выполняет сотни таких измерений одновременно в течение 1–2 секунд, учитывает эти параметры. Он использует измерения для вычисления расстояния с точностью до 2 мм. В то же время есть возможность измерять псевдорасстояние по измеренным углам. Объединение этих двух методов означает, что 75-и метровый бросок сегодня может быть измерен с точностью до 1 мм нажатием одной лишь кнопки. Но так как точка удара брошенного объекта редко может быть точно определена, на соревнованиях по легкой атлетике измерения расстояния обычно округляются до ближайшего сантиметра.

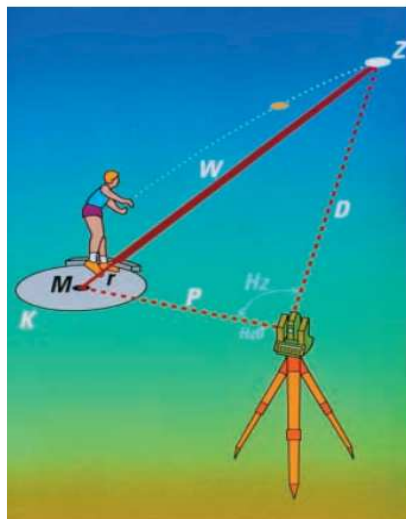


Рисунок 2. – Схема лазерной триангуляции [4]

Рассмотрим принцип лазерной триангуляции, используемый для измерения расстояний в Сиднее (рис. 2).

В дисциплинах, связанных с метанием снарядов, таких как диск, молот или ядро, тахеометр устанавливается перед началом соревнований в месте рядом с метательным кругом К. Затем определяется центр круга броска (точка М) и ориентирное направление H_z0 . Диск летит по воздуху и приземляется в отмеченном секторе. В точке, где диск ударяется о землю, судья ставит метку (точка Z) в землю. Инспектор (геодезист) соревнований визирует трубу и нажимает кнопку «старт». Система ищет середину отмеченной цели (диска), активирует точное измерение расстояния D лазерным лучом между прибором и целевой меткой Z, и определяет угол H_z0 между центром метательного круга М и целью Z. Программное обеспечение вычисляет расстояние W с помощью формул тригонометрии, вычитает радиус метательного круга и округляет результаты до сантиметров. После нескольких секунд с того момента как кнопка была нажата, расстояние появляется на экране у судьи автоматически.

GPS-технологии, широко используемые в геодезическом производстве, находят свое применение и в спортивной индустрии.

Рассмотрим их на примере футбола. Сегодня много говорят об использовании инновационных технологий в футболе с акцентом на то, что они «убивают» живой футбол. Время не стоит на месте, и каждая сфера человеческой деятельности должна пройти этапы модернизации. С 19 века футбольные правила неоднократно менялись. На наш взгляд, одобрение ФИФА на использование GPS-устройств для мониторинга, учитывая, что они не причинят вреда игрокам, вполне закономерно. Есть случаи, которые могут повлиять на результат отдельного матча, а также на турнир в целом. Итак, использование технологии отслеживания мяча за линией ворот или линией поля является весьма актуальным. К сожалению, сегодняшние пять пар глаз судей не справляются со своей работой.

Как это работает и как это выглядит? Используемое оборудование называется устройствами электронной производительности и системы слежения. Раньше для отслеживания использовались небольшие неудобные устройства, сегодня это более удобные беспроводные жилеты весом 60–90 грамм. Устройство позволяет измерять основные физические параметры игроков, а также отслеживать их положение на поле. Сердечный ритм, скорость, нагрузка на ноги постоянно контролируются. Данные носят статистический характер и дают информацию для тренерского штаба. Это позволяет оценить физическое состояние, производительность игрока и позволяет, например, избежать травм от большой рабочей нагрузки. Анализируя общие командные движения на поле, тренер может вносить коррективы в игровые стратегии и схемы. Кроме того, тренеры просматривают статистику отдельных игроков. Это позволяет им работать над ошибками и разрабатывать персональную программу тренировок, чтобы увеличить процент положительных технических и тактических действий. Вся эта информация получена в режиме реального времени. Следует отметить, что использование этих технологий происходит в основном в процессе обучения. Что касается времени проведения таких матчей - не все футбольные ассоциации имеют консенсус по внедрению GPS. Американская футбольная лига MLS, например, дает согласие на использование этих технологий, и ведутся дискуссии об их широком применении во время чемпионатов мира. В то же время Германия использовала GPS-мониторинг во время чемпионата мира 2014 года,

когда стала чемпионской командой. Тем не менее, использование данных мониторинга тренерским штабом во время игры строго запрещено.

Данные системы быстро внедряются в ведущих клубах мира. Разработчики этих технологий иногда сталкиваются с проблемами сигнала из-за особенностей архитектуры стадионов или возможных источников ошибок при приеме-передаче данных. Компании, занимающиеся внедрением GPS-технологий (например, Adidas miCoach, GPSports, Catapult), занимаются разработкой локальных систем позиционирования, использующих технологию радиочастотной идентификации (RFID). Стоимость установки таких систем составляет около 50 000 долларов. Но точность в 5 сантиметров того стоит.

Технологии GPS-мониторинга внедряют и в другие виды спорта, такие как регби, легкая атлетика, теннис, зимние виды спорта, яхтинг и другие соревнования, которые проводятся на открытом воздухе.

На основе вышеизложенного можно сказать, что внедрение методов геодезии в спортивную индустрию позволяет быстро, легко и точно определить результат спортсмена, а так же его физическое состояние, сократить количество травм игроков, повысить качество судебных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геодезические приборы и оборудование Leica. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://geosystems.ru/>. Дата доступа: 15.09.2019
2. GNNS в спорте. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.scirp.org/html/283.html>. Дата доступа: 15.09.2019
3. GPS-технологии в спорте. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.50northspatial.org/gps-tehnologiyi-u-sporti/>. Дата доступа: 15.09.2019
4. Лазерная триангуляция. [Электронный ресурс].-Режим доступа: https://w3.leica-geosystems.com/media/new/product_solution/throws.pdf. Дата доступа: 15.09.2019

УДК 528.77

ДЕШИФРИРОВАНИЕ РАДАРНЫХ СНИМКОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ**Е.М. КЛИМОВИЧ***(Представлено: М.В. ВОЛОШИНА)*

Картография отображает расположение объектов, их сочетания и взаимосвязи [1]. Для составления карт нам необходимы исходные данные о картографируемых объектах, окружающем мире. Это может быть сделано глазами человека, измерительными приборами или даже удаленно при помощи средств и методов дистанционного зондирования. Объектом картографии в данном случае выступает непосредственно поверхность Земли, ее уровень над морем, перепады высот рельефа, и все остальное, что располагается на ней.

Сегодня существуют два основных вида дистанционного получения информации о поверхности Земли:

1. Оптические системы, использующие солнечный свет (пассивные системы);
2. Радарные (Radio Detecting And Ranging) или радиолокационные системы с собственным источником излучения (активные системы).

Если оптические съемочные системы используются достаточно широко на протяжении нескольких десятилетий, сложилась устойчивая система методов дешифрирования данных дистанционного зондирования в оптической диапозоне, дешифровочных признаков, определения характеристик объектов, то радарные данные используются значительно уже, хотя и отмечается огромный потенциал, доступность данных в последние годы и т.п.

Радарная съемка является активной системой, здесь сенсор отправляет луч энергетических импульсов на объект с частотой около 1500 импульсов в секунду. Часть отправленных системой импульсов отражается от объекта, и система имеет возможность измерить отраженный сигнал и расстояние с учетом времени его прохождения до цели и обратно [2].

Отмечается [3], что данные радарной съемки используются для мониторинга стихийных бедствий, таких как наводнения, лесные пожары и извержения вулканов. Получение радарных данных может начаться ещё до рассеивания облачности и дыма, что позволит пользователям подготовить предварительные материалы и информацию для служб быстрого реагирования. Процессы обнаружения изменений с использованием радарных данных обеспечивают возможность измерения высот местности с точностью до нескольких миллиметров. Спутниковая радарная съемка также идеально подходит для слежения за кораблями в открытом море. Чувствительность радаров к влаге и гарантированные возможности мониторинга способны отслеживать рост сельскохозяйственного производства путем оценки состояния сельскохозяйственных культур и прогнозирования урожайности, что является жизненно важными аспектами мониторинга продовольственной безопасности.

Радарные системы способны работать на разной длине волны и частоте. Сигнал с длинной волны от 2 см имеет способность проходить через облака, при длине волны от 3–4 см и более гарантированно проходит через дождь [3]. Благодаря этому данный метод дистанционного зондирования не требует ожидания благоприятных погодных условий.

Различные длины волн радиодиапазона имеют разную проникающую способность. При длинных волнах отмечается частичное прохождение сигнала сквозь густую растительность и снежный покров, и даже через песок и почву. Короткие радиоволны удобны тем, что имеют более сильное отражение от снежного и растительного покровов, а также поверхности почвы, они отлично подходят для выявления границ небольших объектов.

В данном случае будем производить дешифрирование снимка со спутника Sentinel-1B с длинной волны С диапазона в пределах 3,8–7,5 см [5] на территорию г. Новополюцка и прилегающие территории (рис. 1). При этом диапазоне длин волн спутник может снимать при облачности и осадках, благодаря чему местные метеорологические условия не будут создавать никаких препятствий к дешифрированию снимка земной поверхности.

Для того, чтобы иметь возможность отображения результатов съемки нам необходимо воспользоваться электронно-вычислительной техникой и специализированным программным продуктом для обработки и дешифрирования данных дистанционного зондирования. Визуальное дешифрирование снимка выполнено с использованием программного комплекса PCI Geomatica.

Первым делом при дешифрировании снимка на рисунке 1 (а) можно очень отчетливо различить размеры, площадь и границы водных объектов по характерному насыщенному черному цвету. Отображение объектов на радарном снимке зависит от таких свойств объектов как его шероховатость по сравнению с длиной волны, влагонасыщенностью и других факторов. Участки с лесными насаждениями очень зернисты. Четко видны дороги благодаря их ровной поверхности. Новополюцк на радарном снимке

довольно зернистый, здесь можно говорить о большом количестве зеленых насаждений по всему городу. Территория некоторых зон города Новополоцка имеет больше светлых, почти белых тонов. Это может происходить из-за множества металлических конструкций или кровельных материалов.

На рисунке 1 (б) представлен фрагмент снимка оптического диапазона с ресурса «Яндекс.Карты» [4]. Сравнение показывает, что автомобильные дороги на оптическом снимке сопоставимы по качеству дешифровочных признаков с радарным снимком. По причине меньшей контрастности на оптическом снимке хуже различимы границы гидрологических объектов. К тому же нет возможности охарактеризовать почву по влажности.

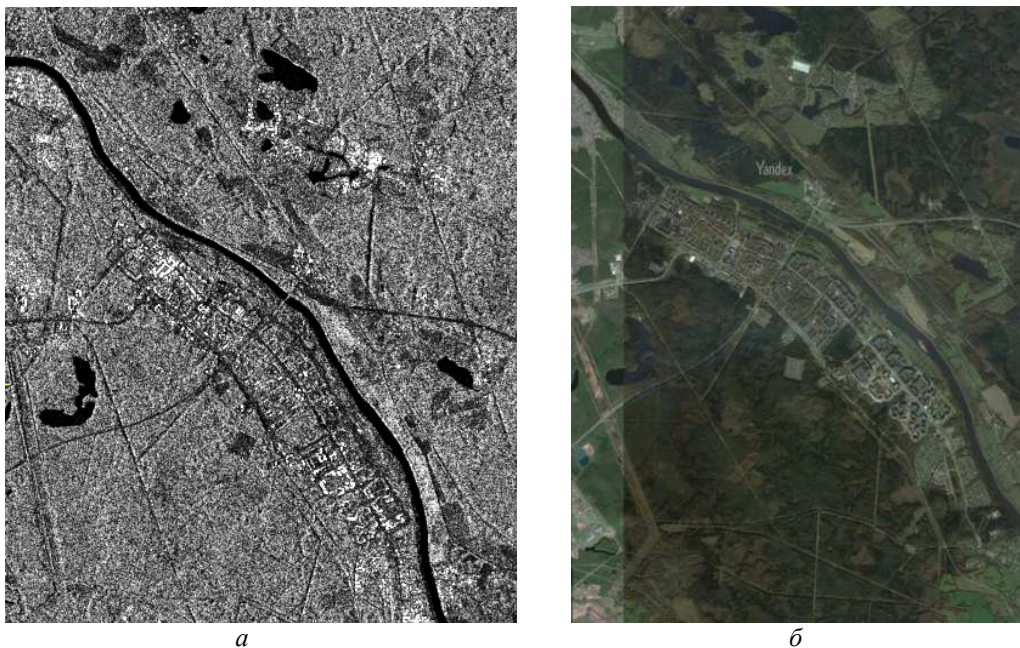


Рисунок 1. – Радарный снимок со спутника Sentinel-1B (а) и снимок оптического диапазона (б).

Рядом авторов, практических проектов [3] отмечается высокий потенциал возможностей использования радарной съемки для целей картографирования земной поверхности. Данный вид съемки отлично подходит для реализации картографических материалов всевозможных гидрологических объектов и их мониторинга. Радарная съемка не привязана к метеорологическим условиям. Отчетливо можно различить объекты, перекрывающие водную гладь, будь то мосты, как калининский мост города Новополоцка (рис. 1), плотины, дамбы, заторы на реках или проходящие по рекам судна.

Однако для оценки возможности использования необходимо детально оценить как «дешифровочную ценность», так и геометрические характеристики радарных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жмойдяк, Р.А. Картография: курс лекций / Р.А. Жмойдяк, Л.В. Атоян – Мн.: БГУ, 2006. – 192 с.
2. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: Учебник для вузов. – М.: Радиотехника, 2004.
3. СОВЗОНД [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. – Москва. – Режим доступа: <https://sovzond.ru>, свободный
4. Яндекс.Карты [Электронный ресурс] / Поисково-информационная картографическая служба Яндекса. – Москва. – Режим доступа: <https://yandex.by/maps/>, свободный
5. Copernicus Open Access Hub [Электронный ресурс] / The Copernicus Open Access Hub. — Париж. — Режим доступа: <https://scihub.copernicus.eu/>, свободный

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 624.012.45

РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ СОЕДИНЕНИЙ ПРОДОЛЬНОЙ И ПОПЕРЕЧНОЙ АРМАТУР, ИХ ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

А.С. КОРОТКИЙ, Д.Х. ФАРРАН

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.И. КОЛТУНОВ)

В данной статье рассматривается вопрос о влиянии различных типов соединений поперечной и продольной арматуры на прочность, жесткость и трещиностойкость изгибаемых железобетонных элементов по наклонным сечениям при действии поперечных сил.

Введение. Обеспечение капитального строительства сведениями о требуемой прочности соединения продольной и поперечной арматуры в арматурных изделиях с нормируемой прочностью стыка дает решение задач, связанных с надежностью и экономичностью в производстве железобетона.

Данные ранее проведенных экспериментов. На основании предшествующих экспериментов сделан вывод, что факторы, оказывающие наибольшее влияние на несущую способность изгибаемых железобетонных элементов при действии поперечных сил, могут быть условно разделены на две основные группы:

1. Конструктивные свойства элементов;
2. Влияние внешних факторов (воздействий).

К конструктивным факторам элемента относятся прочность бетона, размеры и формы поперечного сечения, процент продольного и поперечного армирования, условия анкеровки арматуры, ее сцепление с бетоном и т.д. Вторая группа — это такие факторы, как условия опирания и схема загрузки элемента, режим и разновидность действия поперечной нагрузки и т.д.

В работе рассматривается влияние конструктивных факторов, а именно влияние различных типов соединения продольной и поперечной арматур.

К соединениям поперечных и продольных стержней в арматурных изделиях предъявляют различные требования [13]:

- гарантирующие равнопрочность (крестообразные соединения типов K1 и K2 должны обеспечивать восприятие арматурой сеток и каркасов напряжений не менее ее расчетных сопротивлений)
- ненормируемой прочности (применяются для обеспечения взаимного расположения стержней арматурных изделий в процессе их транспортирования, изготовления и бетонирования конструкций (при отсутствии указаний о нормируемой прочности этих соединений в рабочих чертежах изделий)

Соединение поперечной и продольной арматур посредством сварки. Точечная контактная сварка - сварочный процесс, при котором детали соединяются в одной или одновременно в нескольких точках. Прочность соединения определяется размером и структурой сварной точки, которые зависят от формы и размеров контактной поверхности электродов, силы сварочного тока, времени его протекания через заготовки и т.д. [1].

Основным видом арматурных изделий железобетонных конструкций являются перпендикулярно пересекающиеся поперечные и продольные стержни, которые образуют сетки и плоские каркасы. Для сварки таких арматурных элементов применяют контактную точечную сварку.

Контактная точечная сварка дает ряд преимуществ по сравнению с другими видами сварки: возможность повышения производительности труда благодаря более низкой трудоемкости при изготовлении арматурных каркасов и сеток по сравнению с электродуговой сваркой; небольшое потребление электроэнергии вследствие применения жестких режимов сварки с использованием тока большой плотности в течение очень малого отрезка времени; возможность механизации и автоматизации процесса; отсутствие расхода металла (в электродах) [17].

Сущность процесса точечной сварки состоит в следующем. От вторичного витка сварочного трансформатора через медные шины, хоботы, электрододержатели и электроды ток подводят к пересечению арматурных стержней, зажатых между электродами. Электроды имеют водяное охлаждение. Сопротивление в месте соприкосновения арматурных стержней во много раз превышает сопротивление остальных участков цепи, поэтому именно в этом месте интенсивно выделяется тепло, которое нагревает металл арматурных стержней до пластического состояния. Под действием усилия сжатия электродов происходит их сварка [17].

Чтобы получить сварные соединения требуемой прочности, необходимо выполнять сварку на определенных режимах. Режим сварки выбирают в зависимости от диаметра свариваемой арматуры и марки стали, из которой она изготовлена. Правильность выбора режима сварки проверяют контрольным испытанием прочности на срез сварных образцов арматуры. Если прочность сварных соединений из-за непровара окажется менее требуемой, то увеличивают плотность тока или время его протекания. Если прочность недостаточна из-за пережога, эти же показатели соответственно уменьшают [17].

Контактная точечная сварка обеспечивает крестовое соединение стержней, оси которых наиболее близки к одной плоскости, в связи с взаимной осадкой стержней. Вследствие этого уменьшаются эксцентриситеты, а, следовательно, и дополнительные изгибающие моменты, возникающие при работе сварного соединения на срез в процессе эксплуатации железобетонных элементов, армированных сварными сетками и каркасами, а также обеспечивается высокая прочность со стабильными показателями [18]. Крестообразные сварные соединения относятся к соединениям с нормируемой прочностью, а диапазон свариваемых толщин варьируется от нескольких миллиметров до 40 мм [2].

Арматуру класса S500 производят из сталей спокойных и полуспокойных марок с содержанием углерода до 0,24. Углерод, во многом, определяет свойства стали при ее обработке и сварке.

Плюсы контактно-точечной сварки:

1. Возможность повышения производительности труда благодаря более низкой трудоемкости при изготовлении арматурных каркасов и сеток по сравнению с электродуговой сваркой;
2. Небольшое потребление электроэнергии вследствие применения жестких режимов сварки с использованием тока большой плотности в течение очень малого отрезка времени;
3. Возможность механизации и автоматизации процесса; отсутствие расхода металла (в электродах).
4. Усадка дает крестовое соединение стержней, оси которых наиболее близки к одной плоскости. Вследствие этого уменьшаются эксцентриситеты, а, следовательно, и дополнительные изгибающие моменты, возникающие при работе сварного соединения на срез в процессе эксплуатации железобетонных элементов, армированных сварными сетками и каркасами, а также обеспечивается высокая прочность со стабильными показателями.

Минусы контактно-точечной сварки:

1. Наличие большого процентная содержания углерода в химическом составе арматурных изделий снижает их свойство свариваемости;
2. Коррозия арматурных изделий значительно уменьшает прочность стыка.
3. Для получения требуемой прочности стыка необходимо выполнять сварку на определенных режимах. Режим сварки выбирают в зависимости от диаметра свариваемой арматуры и марки стали, из которой она изготовлена.

Соединение поперечной и продольной арматур посредством вязки при помощи проволоки. При помощи арматуры, состоящей из металлических прутков, формируется силовой каркас, который по своей геометрии напоминает клетку. Такая армирующая клетка, как правило, состоит минимум из двух горизонтальных слоев, включающих в себя как горизонтальные, так и вертикальные перемычки.

Различные допуски по отклонению расположения продольной арматуры в поперечных хомутах и допуски отклонений геометрических размеров этих хомутов, в конечном итоге, дают деформативность готовых арматурных изделий. Примеры отклонений представлены на рисунке 1, 2.

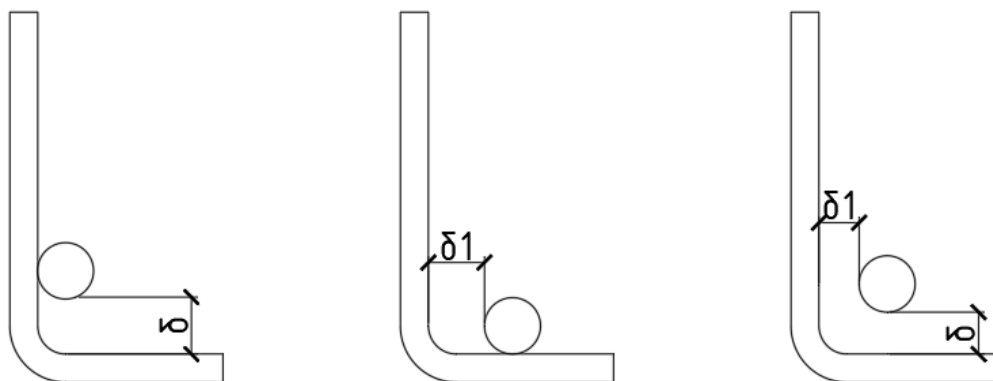


Рисунок 1. – Допуски по отклонению расположения продольной арматуры в поперечных хомутах

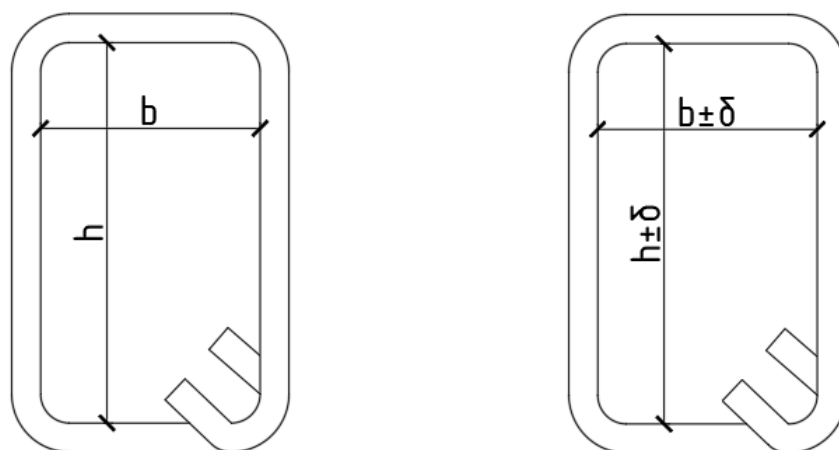


Рисунок 2. – Допуски по отклонению геометрических размеров хомутов

Для получения стыка с требуемой прочностью необходимо выполнить хомуты без отклонений геометрических размеров и расположить продольную арматуру

Соединение стержней между собой таким методом можно выполнять тремя способами:

1. Плоскогубцами;
2. Крючком;
3. Пистолетом.

Для вязки арматуры используют вязальную проволоку. Хомуты нужно выбирать в соответствии с ГОСТ «Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения. Технические условия». Материал должен пройти обработку обжигом, которая позволит увеличить гибкость и упростить работу по вязке каркаса из арматуры. При этом прочность хомутов для соединения не уменьшается, что позволяет не беспокоиться о надежности. При диаметре арматуры для фундамента не более 16 мм рекомендуется применять проволоку сечением 1,2-1,4 мм. Хомуты меньшего размера не смогут гарантировать прочность соединения, поэтому их складывают в несколько раз. При этом важно помнить, что чем толще проволока, тем сложнее ее будет изогнуть [13].

Плюсы соединений, выполненных посредством вязки при помощи проволоки:

1. Быстрота выполнения работ;
2. Вязка арматуры не требует профессиональных навыков;
3. Легко устранить недочеты;
4. Процесс армирования можно выполнять прямо в опалубке.

Минусы соединений, выполненных посредством вязки при помощи проволоки:

1. Деформативность готового арматурного изделия, что требует дополнительной его фиксации;
2. Жесткие требования по отклонениям при изготовлении поперечной арматур в виде замкнутых хомутов.

Выводы. В представленной статье выявлены положительные и отрицательные стороны фиксации продольной и поперечной арматуры при помощи контактно-точечной сварки и с использованием вязальной проволоки.

Исследования в области железобетонных конструкций, которые разрушаются наклонным сечением все еще актуальны.

В соответствии с полученными данными нынешнее исследование ставит перед собой задачу изготовить и испытать изгибаемые железобетонные элементы, чтобы детально изучить влияния различных типов соединений поперечной и продольной арматур на прочность, жесткость и трещиностойкость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Универсальная интернет-энциклопедия со свободным контентом Википедия [Электронный ресурс] /. – Режим доступа: www.wikipedia.org. – Дата доступа: 11.09.2019.
2. ГОСТ 14098-91. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. – М.:Стройиздат,1992. – 32с.

3. AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) (1994): "LRFD Bridge Design Specifications" 1st ed., Washington, D.C., 1091 pp.
4. ТКП EN 1992-1-1-2009* (02250). Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий. – Введ. 2009-12-10. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2015. – 205 с.
5. ГОСТ 10922-90. Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. - М.:Стройиздат, 1990. – 24 с.
6. Двоскина Л.Г., Кудзис А.П. применение метода планирования эксперимента при изучении влияния некоторых факторов на прочность железобетонных элементов в наклонном сечении. Железобетонные конструкции. Труды Вильнюсского инж. строит. ин-та. –Вильнюс, 1979.-№9.– 111–121 с.
7. Залесов А.С. Сопротивление железобетонных элементов при действии поперечных сил. Теории и новые методы расчета прочности. Автореф. дисс. ...докт.техн.наук:01.23.01/НИИЖБ.-М.1980.-46с.
8. Залесов А.С., Попов Г.И., Усенбаев Б.У. Расчет прочности приопорных участков балок на основе двухблочной модели// Бетон и железобетон. – 1986, №2 – 34–35 с.
9. Изотов Ю.Л. Прочность железобетонных балок. – Киев: Будзивельник, 1978. – 158 с.
10. Колтунов А.И. Прочность и трещиностойкость по наклонным сечениям изгибаемых железобетонных элементов с поперечной арматурой класса Ат600с. Дисс. канд. техн. наук, спец 5.23.01, ПГУ – Новополоцк, 1998 – 153 с.
11. Кочергин, К.А. Контактная сварка / К.А. Кочергин. – Ленинград: Машиностроение, 1987. – 240 с: ил.
12. Хуссам Сабри М.Х. Прочность, жесткость и трещиностойкость изгибаемых элементов с различными типами соединения продольной и поперечной арматуры. дис. маг. техн. наук. Новополоцк. -2019. – 39 с.
13. Соколов Б.С. Прочность и трещиностойкость железобетонных балок-стенок. Автореф. дисс. докт. техн. наук. –Ленинград, 1989.– 40 с.
14. Терин В.Д., Колтунов А.И., Соловьев Д.С. Применение арматуры класса Ат600С в качестве поперечной в изгибаемых железобетонных элементах. Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: Сб. научных статей. Под ред. Т.М. Пецольда. –Брест, 1997. – 142–145 с.
15. И.Г. Совалов, Я.Г. Могилевский, В.И. Остромогольский Бетонные и железобетонные работы Стройиздат, 1988. – 336 с.: ил.
16. И.И. Улицкий, С.А. Ривкин Железобетонные конструкции. Расчет и конструирование Рипол Классик, 1972 – 402 с.: ил.

УДК 624.012.45

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ, ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ И ЖЕСТКОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ СОЕДИНЕНИЙ ПРОДОЛЬНОЙ И ПОПЕРЕЧНОЙ АРМАТУРЫ

А.С. КОРОТКИЙ, Д.Х. ФАРРАН

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.И. КОЛТУНОВ)

На основании данных, полученных при испытании изгибаемых железобетонных балок, сделаны выводы о влиянии различных типов соединений продольной и поперечной арматуры на прочность, жесткость и трещиностойкость.

Для проверки влияния различных типов соединения продольной и поперечной арматуры на прочность, жесткость и трещиностойкость изгибаемых железобетонных элементов по сечениям, наклонным к продольной оси, запроектированы, изготовлены и испытаны железобетонные образцы.

Геометрические характеристики испытываемых образцов. В соответствии с поставленной задачей были изготовлены железобетонные балки прямоугольного сечения с размерами $b = 140$ мм, $h = 300$ мм, пролет баки L равен 1750 мм в количестве четырех штук. Объектами исследования, которые влияют на данные, полученные в ходе эксперимента, приняты различные виды соединения продольной и поперечной арматуры (“сварное”, “равнопрочное”) (рис. 1):

1. “сварное”, выполненные при помощи контактно-точечной сварки с предварительным подбором режима;
2. “равнопрочные”, в виде замкнутых хомутов, огибающих продольную арматуру.



***a* – соединение 100% прочности; *b* – замкнутые хомуты**

Рисунок 1. – Виды различных соединений продольной и поперечной арматуры в изгибаемых железобетонных балках

Геометрические характеристики экспериментальных балок с различными типами соединения продольной и поперечной арматуры представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Геометрические характеристики балок и типы соединения арматуры

№	Наименование	Размеры, мм			Тип соединения
		<i>b</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	
1	Бм-1	139,8	300,5	1754,4	Сварные хомуты 100%
2	Бм-3	138,9	300,8	1753,2	
3	Бм-2	140	298,5	1753,5	Замкнутые хомуты
4	Бм-4	140,2	301,5	1752,6	

Физико-механические свойства бетона, изготовленного в ходе эксперимента. В соответствии с [3] во время бетонирования экспериментальных балок были изготовлены призмы с размерами 100x100x400мм в количестве одной штуки на балку и кубы размерами 100x100x100мм в количестве трех штук на одну балку. Физико-механические характеристики бетона по результатам испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Физико-механические характеристики бетона, использованного для изготовления экспериментальных балок

Кубиковая прочность бетона $f_{c,cube}$, МПа	Призменная прочность бетона f_{ck} , МПа	Прочность на растяжение f_{ctk} , МПа	Модуль упругости бетона E_c , МПа
29.8	23.6	3.2	32175

Физико-механические свойства арматуры, использованной в ходе эксперимента. Продольное армирование выполнено стержнями диаметром 10, 12, 18 мм из стали класса S500. В качестве поперечных стержней использовалась бунтовая проволочная арматура периодического профиля класса S500 диаметром 6 мм.

Произведен подбор режима контактно-точечной сварки, обеспечивающие при испытаниях крестообразных соединений на срез усилие, равное 100% от разрывного усилия хомутов. Прочность сварных соединений при испытаниях на срез в целом возрастает как с увеличением осадки, так и с повышением жесткости режима, что соответствует общепринятым представлениям.

Арматурные изделия выполнены без коррозионных повреждений.

Замкнутые хомуты для арматурных изделий, были выполнены без каких-либо отклонений. Расположение продольной арматуры в замкнутых хомутах также было выполнено без отклонений.

Физико-механические характеристики арматуры определялись по результатам испытания образцов на разрывной машине в соответствии с [1]. Результаты испытаний приведены в таблице 3.

Таблица 3 Физико-механические характеристики арматуры, использованной в экспериментальных балках.

Нормативное сопротивление арматуры f_{yk} , Н/мм ²	Расчетное сопротивление арматуры f_{yd} , Н/мм ²	Расчетное сопротивление поперечной арматуры f_{ywd} , Н/мм ²	
		вязаные каркасы	сварные каркасы
555	504,5	403,6	363,3

Испытания железобетонных балок. Испытания опытных балок проводились с использованием силового пола лаборатории. Нагружение производилось гидравлическим домкратом, как показано на рисунке 3.

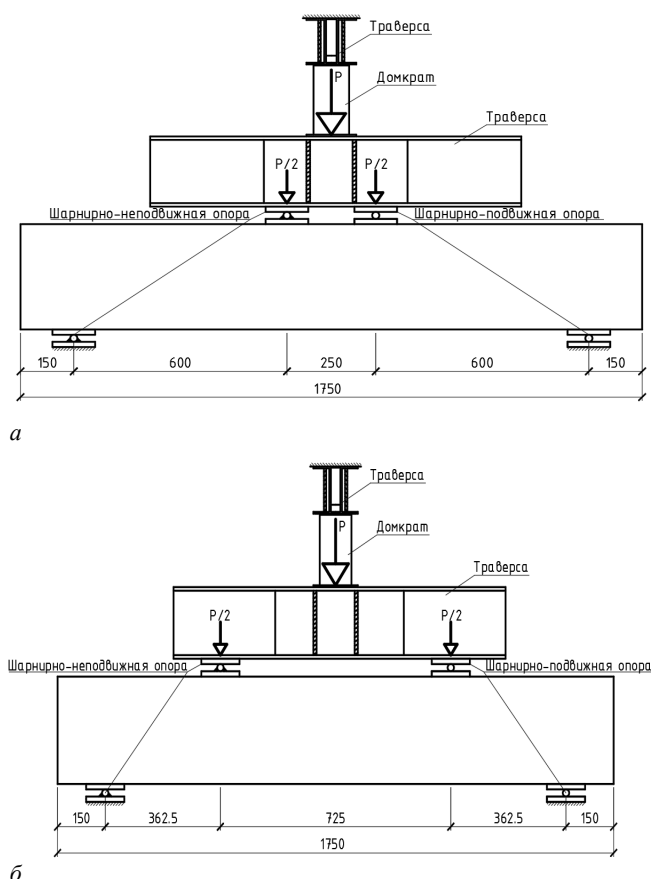


Рисунок 3. – Общие схемы испытания железобетонных балок: а – Схема испытания балок Бм-1, Бм-2; б – Схема испытания балок Бм-3, Бм-4

Нагрузка на балки передавалась через распределительную траверсу и систему цилиндрических опор в виде двух сосредоточенных, симметрично расположенных относительно опор сил. Расстояние

между точками приложения сил принято постоянным, равным 250 мм, либо 725 мм (рис. 3). Нагрузка контролировалась по шкале манометра насосной станции.

Нагружение проводилось при кратковременном режиме ступенчатого увеличения нагрузки на 10% от расчетной с выдержкой на постоянном уровне каждой ступени в течении 10 минут. В стадиях, предшествующих образованию трещин и исчерпанию несущей способности, размер ступени нагружения уменьшался вдвое.

В процессе испытаний конструкций проводились измерения: усилий образования и раскрытия трещин; ширины раскрытия и длины трещин; прогибов в середине пролета балок.

Ширина раскрытия наклонных трещин измерялась в местах пересечения ими стержней поперечной арматуры при помощи микроскопа МПБ-2 с точностью 0.05 мм.

Измерения деформаций балок проводились с точностью 0.01 мм прогибомерами 6ПАО. Отсчеты по измерительным приборам регистрировались до и после приложения очередной ступени нагрузки. Измерения наиболее важных параметров деформирования проводились до нагрузок, соответствующих предельной несущей способности конструкции, что определялось по максимальному показанию контрольной стрелки манометра.

Анализ данных, полученных в ходе эксперимента. При нагружении опытных образцов в соответствии с принятой методикой испытаний напряженно-деформированное состояние их приопорных участков характеризуется последовательным образованием и раскрытием нормальных и наклонных трещин, конфигурация которых определялась различием конструктивных особенностей конкретных образцов.

При начальных стадиях загрузки образовывались преимущественно нормальные трещины, как в середине балки, так и на участках совместного действия изгибающего момента и поперечной силы в приопорных зонах.

Максимальная длина и ширина раскрытия этих трещин были примерно одинаковыми во всех балках. Заметного влияния вида поперечного армирования на усилие трещинообразования при этом не наблюдалось. С увеличением нагрузки появлялись новые трещины в пролетах среза, образовавшиеся на растянутой грани. Сначала они были перпендикулярны к продольной оси элемента, а затем изменяли направление к точке приложения силы. После появления наклонных трещин заметно приостанавливался процесс развития трещин в зоне чистого изгиба. При дальнейшем увеличении нагрузки развитие наклонных трещин прогрессировало, и их длина превышала длину нормальных. При уровне нагружения после образования главной наклонной трещины развитие других трещин или замедлялось или прекращалось.

На количество образовавшихся наклонных трещин в процессе загрузки не оказали влияние тип соединения продольной и поперечной арматуры.

Измерениями ширины раскрытия трещин определено, что максимальное раскрытие имели трещины, пересекающие поперечные стержни, расположенные в середине длины пролета среза балок. Зависимость ширины раскрытия трещин и прогибов от нагрузки представлены на рисунке 4.

Разрушение опытных образцов Бм-1 и Бм-2 происходило по нормальным сечениям в результате раздробления бетона сжатой зоны.

Балка БМ-3 со «сварным» соединением поперечных стержней разрушалась при нагрузках меньших, чем балки с «замкнутыми» соединениями. Усилия, соответствующие ширине наклонных трещин равной 0.4мм были получены на уровне 60–90% от разрушающей нагрузки.

Фактическая несущая способность превышает теоретическую. Это значит, что существующие методики расчета конструкций по наклонным сечениям не позволяют в полном объеме использовать возможности конструкций.

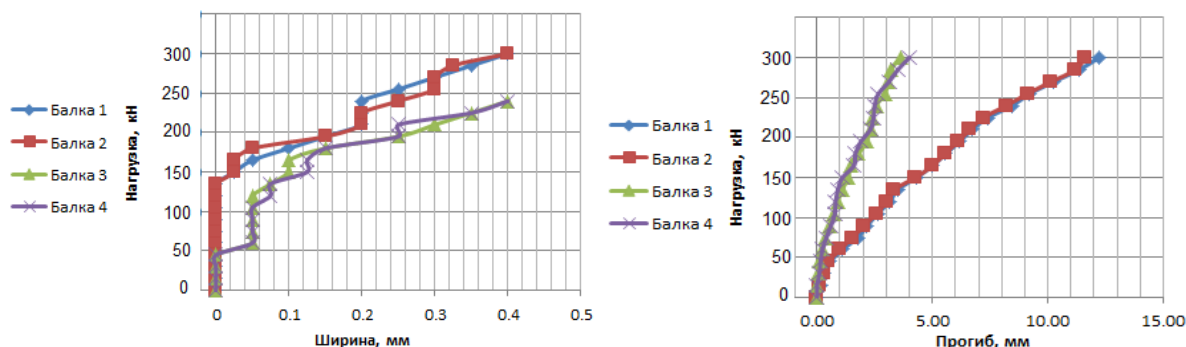


Рисунок 4. – Графики зависимости изменения ширины раскрытия трещин и прогиба от нагрузки

Значение разрушающих и расчетных нагрузок представлены в таблице 4.

Таблица 4. – Фактическая прочность испытуемых образцов

№	Наименование	Поперечные силы, кН			Тип разрушения
		Разрушающая	При трещине 0,3 мм	Расчетная	
1	Бм-1	160,5	150,5	84,6	По сжатоу бетону
2	Бм-2	172,5	139,8	94	
3	Бм-3	237,5	153,5	84,6	По наклонному сечению
4	Бм-4	248,7	139,5	94	

Выводы:

1. Из изложенного материала можно сформулировать основные выводы, что различные виды соединения не оказывает значительного влияния на прочность, жесткость и трещиностойкость.

2. Несущая способность экспериментальных балок, полученная при испытании, превысила расчетную в 1,9–2,8 раза, что говорит о том, что нынешние общие методички расчета конструкций по наклонным сечения дает большой запас прочности, что влияет на экономичность конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12004-81. Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 45 с.
2. ГОСТ 14098-91. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. -М.: Стройиздат, 1992. – 32 с.
3. ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 45 с.
4. ТКП EN 1992-1-1-2009* (02250). Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий. – Введ. 2009-12-10. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2015. – 205 с.
5. Панасюк В.В. Влияние параметров сварки продольной и поперечной арматуры на работу продольных к наклонной оси сечений железобетонных балок: Дис.маг. техн. наук. Новополоцк. -2011. -71с.
6. Мамедов Т.И., Алиев Р.Д. Учет продольной арматуры в оценке прочности наклонных сечений. Бетон и железобетон. - 1984. – 32–33 с.
7. Хуссам Сабри М.Х. Прочность, жесткость и трещиностойкость изгибаемых элементов с различными типами соединения продольной и поперечной арматуры. дис. маг. техн. наук. Новополоцк. -2019. – 39с.

УДК 624.137.2

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ ГРУНТОВЫХ ОТКОСОВ

А.С. КОРОТКИЙ, В.В. ЕРМАЧЕНКО

(Представлено: магистр техн. наук Н.Н. ВИШНЯКОВ; канд. техн. наук, доц. А.П. КРЕМНЁВ)

Рассматриваются различные методы расчётов коэффициента устойчивости откоса при трёх разных сложениях грунтового склона. Получены и проанализированы результаты расчёта в программных комплексах PLAXIS и FSS-PSU.

В строительстве постоянно возникает потребность в расчете устойчивости откосов для исключения их обрушения. Более точный расчет откоса на устойчивость позволяет заранее предсказать появление аварий и дает возможность заранее предусмотреть мероприятия по креплению стенок откосов.

Использование программных комплексов позволяет уменьшить трудоемкость расчетов и повысить их точность за счет более сложных расчетных моделей поведения грунта. Однако даже самые современные программные комплексы могут давать результаты, которые не согласуются с фактическими данными полевых испытаний и наблюдений. При этом расхождение между данными испытаний и расчетов иногда могут достигать десятки процентов и больше. Причина расхождения результатов расчета с опытными данными может завесить как от исходных данных, так и принятой расчетной модели грунта. Использование для расчетов программ позволяет значительно уменьшить время этих расчетов и повысить их точность за счет того, что используются сложные расчетные модели поведения грунта.

Широко применяемым способом при расчете устойчивости откосов является графоаналитический метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения, реализованный в расчётном комплексе FSS-PSU, разработанном в Полоцком Государственном университете. Программа является объективно-ассоциативной системой, позволяющей организовать хранение и манипулирование сложноструктурированных данных. Позволяет выполнить расчёт устойчивости по методу круглоцилиндрических поверхностей при любых грунтовых основаниях. При этом поиск наиболее опасных поверхностей скольжения выполняется итерационным методом по специальному алгоритму [1].

При принятии круглоцилиндрической поверхности скольжения используется метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения.

Принцип расчета заключается в том, что мы задаем поверхность скольжения с центром в точке O, и для нахождения коэффициента устойчивости определяется сумма моментов удерживающих к сумме моментов сдвигающих (1):

$$\eta = \frac{M_{уд}}{M_{сд}} \quad (1)$$

Метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения широко известен и применяется как для расчета несущей способности оснований фундаментов, так и для оценки устойчивости откосов. Наибольшую сложность в данном методе вызывает поиск наиболее опасной поверхности скольжения, для которой коэффициент запаса минимальный [2].

Также широкое распространение получили программные комплексы, основанные на методе конечных элементов. Одна из таких программ – PLAXIS, позволяющая выполнять широкий круг расчётов в области задач по механике грунтов. Главным свойством данного комплекса является наличие разных моделей грунта, которые позволяют оценить с различной степенью адекватности работу грунта.

При создании геометрической модели в расчётном комплексе PLAXIS грунтовый массив разбивается на 15-узловые треугольные изопараметрические конечные элементы. Перемещения определяются в 15 узлах, напряжения – в 12 точках. При моделировании работы грунта под нагрузкой используется упругопластическая модель Мора-Кулона, которая включает 5 исходных параметров: модуль деформаций E , коэффициент Пуассона ν , угол внутреннего трения φ , удельное сцепление c , угол дилатансии ψ (не учитываем) [3].

При оценке общей устойчивости откоса используется коэффициент общей устойчивости, который может определяться как отношение фактической прочности грунта на сдвиг к прочности на сдвиг в предельном состоянии. Если в качестве условия предельного равновесия принято условие прочности Мора – Кулона, то коэффициент общей устойчивости определяется по формуле (2):

$$\xi = \frac{c + \sigma_n \cdot \tan \varphi}{c_r + \sigma_n \cdot \tan \varphi_r} \quad (2)$$

где c и φ – прочностные характеристики грунтов в основании;

σ_n – фактическое нормальное напряжение;

c_r и φ_r – значения прочностных характеристик грунтов в предельном состоянии.

Для оценки общей устойчивости в PLAXIS реализован метод Phi-c-reduction (последовательно понижаются значения φ и c до разрушения грунта). Устойчивость при этом определяется коэффициентом ΣM_{sf} (3):

$$\Sigma M_{sf} = \frac{c}{c_r} = \frac{\tan \varphi}{\tan \varphi_r} \quad (3)$$

Для сравнения в программных комплексах PLAXIS и FSS-PSU рассмотрен откос высотой 13 м с углом заложения $\alpha = 60^\circ$. Были рассмотрены 3 варианта геологического строения откоса:

1 вариант – ленточная глина;

2 вариант – песок мелкий;

3 вариант – в нижней части откоса ленточная глина, сверху песок мелкий.

Для данных типов грунтов были приняты физико-механические характеристики, приведённые в таблице 1.

Таблица 1. – Физико-механические параметры грунтов

Наименование грунта	Удельный вес γ , кН/м ³	Удельное сцепление C , кПа	Угол внутреннего трения φ_r , °	Модуль деформаций E , МПа	Коэффициент Пуассона ν
Песок мелкий	15	1,5	31	20	0,30
Ленточная глина	20	19,12	7,91	18	0,35

Расчётная конечно-элементная схема откоса в программном комплексе PLAXIS приведена на рисунке 1, на рисунке 2 – расчётная схема откоса из FSS-PSU результаты расчёта представлены в таблице 2.

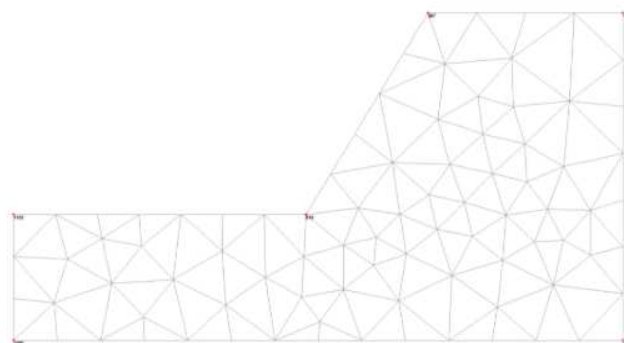


Рисунок 1. – Расчётная модель в PLAXIS

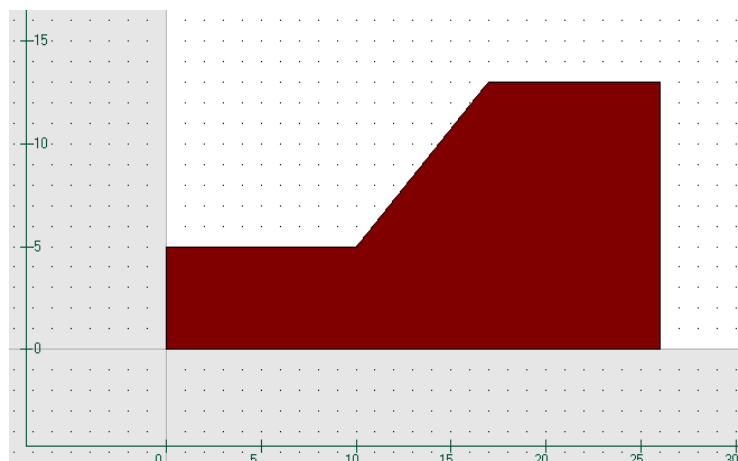


Рисунок 2. – Расчётная модель в FSS-PSU

Результаты определения коэффициента устойчивости откоса приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Значения коэффициентов устойчивости

Варианты сложения откоса	Коэффициент устойчивости в PLAXIS	Коэффициент устойчивости в FSS-PSU	Расхождение в %
1 вариант (ленточная глина)	0,966	0,880	8,9
2 вариант (песок мелкий)	0,797	0,700	12,2
3 вариант (в нижней части откоса ленточная глина, сверху песок мелкий)	0,940	0,870	7,4

Анализируя результаты расчетов, выполненных в программных комплексах, можно увидеть, что максимальное расхождение было получено для откоса, сложенного песками мелкими и составило 12,2%. Различные подходы к оценке устойчивости откосов дали приемлемую разность в результатах расчетов в связи с тем, что грунты более неоднородная среда, нежели железобетон или сталь. Это доказывает возможность использования различных расчётных моделей для оценки устойчивости откосов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глухов Д.О., Кремнев А.П., Глухова Т.М. Объектно-ассоциативный подход к построению алгоритмов расчета и визуализации пространства цилиндрических поверхностей скольжения в расчетах устойчивости откосов / Вестник Полоцкого государственного университета. Фундаментальные науки. – №4. – Новополоцк: РИО ПГУ, 2011. – 43–515 с.
2. Кремнев А.П., Глухов Д.О., Вишняков Н.Н. Определение наиболее опасной поверхности скольжения при расчете устойчивости откосов методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения / Вестник Полоцкого государственного университета серия Ф. Прикладные науки. Строительство. – Новополоцк: ПГУ, 2011, 37–41 с.
3. Гидротехнические сооружения: Справочник проектировщика / Г.В. Железняков, Ю.А. Ибад-заде, П.Л. Иванов [и др.]; под ред. В.П. Недриги. – М.: Стройиздат, 1983. – 543 с.

УДК 624.072

ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ БАЛОЧНЫХ ФЕРМ

М.М. ПАРУСОВА

(Представлено: канд. техн. наук, доцент Л.С. ТУРИЩЕВ)

Рассматривается формализованное описание геометрического очертания расчетной схемы балочной фермы и её числовых характеристик с помощью матриц. В пакете MathCAD составлены программы их формирования.

Среди встречающихся в строительной практике стержневых конструкций весьма широкий класс образуют балочные фермы, применяемые в качестве несущих конструкций покрытий зданий и сооружений различного назначения. К числу узловых вопросов, связанных с расчетом ферменных конструкций на ЭВМ, относится (машинный) ввод информации о геометрии (машинное описание топологии) расчетной схемы конструкции. В проектной практике для расчетов несущих конструкций обычно используют программные комплексы Лира и Скад. Вместе с тем использование программных комплексов является затруднительным для управления и оптимизации НДС ферменных конструкций при изменении их параметров. Наиболее просто вопросами управления и оптимизации НДС несущих конструкций можно заниматься в математическом пакете MathCAD. Этот пакет получил мировое распространение в инженерных расчетах.

Рассматривается балочная ферма с произвольным очертанием поясов (прямоугольное, треугольное, трапециевидальное, полигональное) и следующими 3 типами простых решеток:

- 1 тип – раскосная решетка с восходящими раскосами;
- 2 тип – раскосная решетка с нисходящими раскосами;
- 3 тип – треугольная решетка с дополнительными стойками.

Расчетная схема фермы характеризуется следующими числовыми параметрами:

- пролет фермы – L ;
- высота фермы – H ;
- число панелей – p ;
- число узлов – n , в том числе m внутренних узлов и $n-m$ опорных узлов;
- число стержней – s ;
- число опорных стержней – r .

Топологическое описание расчетной схемы фермы основывается на матричном описании геометрической структуры и её числовых характеристик.

Для матричного описания геометрической структуры расчетной схемы фермы формируются следующие матрицы:

- матрица геометрической структуры;
- матрица инцидентий.

Прямоугольная матрица геометрической структуры имеет размеры $3 \times s$ и описывает формализованную информацию о стержнях фермы. Первая строка содержит номера стержней, вторая – номера начальных узлов фермы, третья – номера конечных узлов фермы. Для ферм любой мерности матрица имеет вид

$$S = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & j & \dots & s \\ b_1 & b_2 & \dots & b_j & \dots & b_s \\ e_1 & e_2 & \dots & e_j & \dots & e_s \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где j – номер стержня; b_j ($j = 1, \dots, s$) – номер начального узла j – того стержня; e_j ($j = 1, \dots, s$) – номер конечного узла j – того стержня.

Принимается следующий порядок нумерации стержней фермы:

- нумерация элементов нижнего пояса

$$j = 1, 2, \dots, p,$$

- нумерация элементов верхнего пояса

$$j = p + 1, p + 2, \dots, 2p,$$

- нумерация стоек

$$j = 2p + 1, 2p + 2, \dots, 3p + 1,$$

- нумерация раскосов

$$j = 3p + 2, \dots, 4p + 1.$$

Связь нумерации узлов элементов поясов и стоек с их номерами и числом панелей фермы не зависит от типа решетки и описывается следующими соотношениями:

- узлы элементов нижнего пояса

$$b_j = j \quad e_j = j + 1 \quad (1 \leq j \leq p),$$

- узлы элементов верхнего пояса

$$b_j = j + 1 \quad e_j = j + 2 \quad (p + 1 \leq j \leq 2p),$$

- узлы стоек

$$b_j = j - 2p \quad e_j = j - (p - 1) \quad (2p + 1 \leq j \leq 3p + 1).$$

Связь нумерация узлов раскосов с их номерами зависит от типа решетки и описывается следующими соотношениями:

- 1 тип решетки:

$$b_j = j - (3p + 1) \quad e_j = j - (2p - 1) \quad (3p + 2 \leq j \leq 4p + 1),$$

- 2 тип решетки:

$$b_j = j - 3p \quad e_j = j - 2p \quad (3p + 2 \leq j \leq 4p + 1),$$

- 3 тип решетки:

- нечетные панели

$$b_j = j - (3p + 1) \quad e_j = j - (2p - 1) \quad (p_j = 1, 3, 5, \dots),$$

- четные панели

$$b_j = p_j + 1 \quad e_j = j - 2p \quad (p_j = 2, 4, 6, \dots).$$

Прямоугольная матрица инцидентий [1] описывает взаимосвязь между номерами стержней фермы и номерами их начальных и конечных узлов. Размеры матрицы $n \times s$ и она имеет вид

$$d = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1s} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2s} \\ \dots & \dots & \dots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{ns} \end{pmatrix}. \quad (2)$$

В этой матрице каждому стержню фермы соответствует столбец, а каждому узлу – строка. Если стержень номера j начинается в узле b_j и заканчивается в узле e_j , то элементы соответствующего ему столбца матрицы могут принимать следующие значения

$$-1 \quad \text{если } i = b_j$$

$$d_{ij} = +1 \quad \text{если } i = e_j$$

$$0 \quad \text{если } i \neq b_j \text{ и } i \neq e_j$$

Листинг программы формирования матрицы инцидентий в пакете MathCAD приведен на рисунке 1.

Для матричного описания числовых характеристик геометрической структуры фермы в декартовой системе координат используются:

- матрица координат узлов;
- матрица проекций длин стержней;
- вектор длин стержней;
- матрица направляющих косинусов стержней.

Прямоугольная матрица координат имеет размеры $2n \times l$ и описывает координаты узлов фермы в заданной координатной системе

$$z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2n} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Прямоугольная матрица проекций длин стержней фермы на координатные оси имеет размеры $2 \times s$

$$\Delta = \begin{pmatrix} \Delta_{11} & \Delta_{12} & \dots & \Delta_{1s} \\ \Delta_{21} & \Delta_{22} & \dots & \Delta_{2s} \end{pmatrix} \quad (4)$$

и её элементы связаны с элементами матриц (2) и (3) следующей формулой [1]

$$\Delta_{jk} = \sum_{i=1}^n z_{ki} d_{ij}.$$

Вектор длин стержней фермы имеет вид

$$l = \begin{pmatrix} l_1 \\ \vdots \\ l_j \\ \vdots \\ l_s \end{pmatrix} \quad (5)$$

и его элементы связаны с элементами матрицы (4) следующей формулой

$$l_j = \sqrt{\sum_{k=1}^2 \Delta_{jk}^2}$$

Прямоугольная матрица направляющих косинусов стержней фермы имеет размеры $2 \times s$

$$c = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1s} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2s} \end{pmatrix} \quad (6)$$

и её элементы связаны с элементами матрицы (4) и вектора (5) следующей формулой

$$c_{jk} = \frac{\Delta_{jk}}{l_j}$$

Полученные формулы (1–6) позволяют формализовано с помощью матриц описывать топологию расчетной схемы балочных ферм и могут использоваться при их численном расчете в пакете MathCAD с использованием разрешающих уравнений строительной механики [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Перельмутер А. Основы расчета вантово-стержневых систем. – М.: Стройиздат, 1969. – 180 с.
2. Алгоритмы построения разрешающих уравнений механики стержневых систем./А.П. Филин, О.Д. Тананайко, И.М. Чернева, М.А. Шварц – Л.: Стройиздат, 1983. – 228 с.

УДК 624.072

РАСЧЕТ БАЛОЧНЫХ ФЕРМ В СРЕДЕ MATHCAD НА ОСНОВЕ ОБЩЕЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

М.М. ПАРУСОВА

(Представлено: канд. техн. наук, доцент Л.С. ТУРИЩЕВ)

Рассматривается применение общей системы уравнений строительной механики к расчету балочных ферм в среде MathCAD. Используется формализованное топологическое описание геометрической структуры расчетной схемы фермы. Составлена программа автоматизированного расчета произвольной балочной фермы в среде MathCAD.

Рассматривается статически определимая балочная ферма с произвольным очертанием поясов и любым типом простой решетки, которая включает в себя s прямолинейных стержней, соединяющих n узлов. Число опорных стержней равняется r .

Соотношение между числом узлов и стержней фермы удовлетворяет условию

$$s + r - 3n = 0.$$

Формализованное описание геометрической структуры расчетной схемы фермы и её числовых характеристик согласно [1] осуществляется с помощью:

- матрицы геометрической структуры;
- матрицы инцидентий;
- матрицы координат узлов;
- матрицы проекций длин стержней;
- матрицы направляющих косинусов стержней;

Внешняя нагрузка, действующая на ферму, представляет собой систему сосредоточенных сил, приложенных ко всем n узлам фермы по направлениям перемещений этих узлов. Внешняя нагрузка, приложенная к каждому внутреннему узлу, характеризуется двумя составляющими. Таким образом, внешняя нагрузка описывается вектором

$$\bar{P} = \begin{pmatrix} P_1 \\ \vdots \\ P_i \\ \vdots \\ P_t \end{pmatrix}.$$

Продольные силы, возникающие в стержнях фермы от действия нагрузки, описываются вектором

$$\bar{N} = \begin{pmatrix} N_1 \\ \vdots \\ N_k \\ \vdots \\ N_s \end{pmatrix}.$$

Уравнения равновесия узлов заданной фермы имеют вид

$$A\bar{N} + \bar{P} = 0. \quad (1)$$

Прямоугольная матрица коэффициентов уравнений равновесия узлов имеет вид

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1s} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{t1} & \dots & a_{ts} \end{pmatrix}.$$

Перемещения, возникающие в узлах фермы от действия нагрузки, описываются вектором

$$\bar{Z} = \begin{pmatrix} Z_1 \\ \vdots \\ Z_i \\ \vdots \\ Z_t \end{pmatrix}.$$

Происходящие изменения длин стержней фермы от действия нагрузки, описываются вектором

$$\bar{\lambda} = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_k \\ \vdots \\ \lambda_s \end{pmatrix}.$$

Связь между изменениями длин стержней и перемещениями узлов фермы описывается формулой

$$\bar{\lambda} = B\bar{Z} \quad (2)$$

Матрица B имеет вид

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1t} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{s1} & \dots & b_{st} \end{pmatrix},$$

и она связана с матрицей A следующим образом

$$B = -A' \quad (3)$$

Происходящие изменения длин стержней фермы от действия нагрузки согласно закону Гука, связаны с продольными силами соответствующих стержней следующей формулой

$$\bar{N} = r\bar{\lambda} \quad (4)$$

Матрица r является матрицей жесткости несвязанных между собой стержней фермы и имеет вид

$$r = \begin{pmatrix} r_{11} & \dots & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & \dots & r_{ss} \end{pmatrix} \quad (r_{kk} = \frac{E_k A_k}{l_k}; \quad k = 1, \dots, s).$$

Уравнения (1), (2), (4) образуют общую систему уравнений строительной механики стержневых систем [2], характеризующих статическую, геометрическую и физическую стороны задачи. Подставляя в уравнения равновесия (1) соотношения (2), (4), получим разрешающие уравнения для расчета фермы

$$ArA'\bar{Z} - \bar{P} = 0. \quad (5)$$

Решая уравнение (5), найдем вектор узловых перемещений фермы

$$\bar{Z} = (ArA')^{-1} \bar{P}. \quad (6)$$

Подставляя (2), (3), (6) в (4) получим формулу для определения вектора продольных сил стержней фермы

$$\bar{N} = -rA'(ArA')^{-1} \bar{P}. \quad (7)$$

На основании полученного разрешающего уравнения (5) и конечных формул (6), (7) с учетом соотношений, приведенных в [1], составлена программа их численной реализации в среде MathCAD.

Программа имеет модульную структуру и включает в себя следующие модули:

- модуль формирования матрицы координат узлов фермы;
- модуль формирования матрицы геометрической структуры фермы;
- модуль формирования вектора нагрузки;
- модуль формирования матрицы инцидентов фермы;

- модуль формирования проекций длин стержней;
- модуль формирования матрицы направляющих косинусов стержней;
- модуль формирования матрицы коэффициентов уравнений равновесия узлов;
- модуль определения внутренних усилий фермы;
- модуль определения перемещений узлов фермы.

На рисунке 1 приведен скриншот базового модуля программы - модуля формирования матрицы коэффициентов уравнений равновесия узлов

```

A :=
  k ← 1
  for i ∈ 1..n
    for j ∈ 1..s+r
      A1ij ← (-cosα)k,j · dij if j ≤ s
      A1ij ← 1 if j = s+1 ∧ i = 1
      A1ij ← 0 if j > s+1
    k ← 2
    for i ∈ 1..n
      for j ∈ 1..s+r
        A2ij ← (-cosα)k,j · dij if j ≤ s
        A2ij ← 1 if j = s+2 ∧ i = 1
        A2ij ← 1 if j = s+r ∧ i = p+1
      A ← stack(A1, A2)
  
```

Рисунок 1. – Модуль формирования матрицы коэффициентов

Составленная программа позволяет определять продольные силы и узловые перемещения для балочной фермы с произвольным очертанием поясов и различными типами простых решеток. Исходными параметрами программы являются следующие числовые характеристики фермы – пролет и высота, число панелей, число опорных стержней и значения узловых нагрузок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Парусова М.М. Топологическое описание расчетной схемы фермы. – Статья в настоящем сборнике трудов.
2. Шапошников Н.Н. Вычислительная механика. Ч.2. – М.: МИИТ, 2005. – 72 с.

УДК 624.048

ФОРМА ДИАГРАММ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ОДНООСНОМ КРАТКОВРЕМЕННОМ СЖАТИИ

Е.С. СЕРГЕЕВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Е.Д. ЛАЗОВСКИЙ)

В статье рассматриваются известные зависимости влияния относительных деформаций бетонов на напряжения, создающиеся в бетоне. На базе существующих зависимостей, с помощью программного комплекса Mathcad 15.0, были получены и проанализированы различные формы диаграмм деформирования бетона при одноосном кратковременном сжатии.

В современном мире бетон и железобетон все еще занимают лидирующие позиции и остаются основными конструкционными материалами, занимая приоритетные места в общей структуре мирового производства строительной продукции.

Бетон достаточно прочен, долговечен и надежен, однако являясь композитным материалом, все перечисленные преимущества будут зависеть непосредственно от его внутренней структуры. Бетон является композитным трехфазным искусственным камнем, который состоит из твердой (крупный и мелкий заполнитель), жидкой (вода, а также коллоидный раствор продуктов гидратации цемента) и газообразной (воздух) фаз, а также вяжущего, в качестве которого используют цемент. Важно создать как можно более идеальную структуру с минимальным количеством пор и микротрещин, поскольку именно структура бетона главным образом будет влиять на прочностные свойства бетона.

Именно диаграмма деформирования может показать механические свойства бетона. Такие диаграммы можно представить в виде математической зависимости. Сегодня существуют разные варианты их описания. Составляющими зависимостей являются базовые характеристики бетонов, полученные в результате испытаний образца.

Изучив уже известные зависимости деформаций и напряжений, используя программный комплекс Mathcad 15.0, были получены разные формы диаграмм деформирования бетона. Используются базовые характеристики бетонов такие как: относительные деформации: $\varepsilon_{\sigma 1}$ – относительные деформации, соответствующим пиковым напряжениям диаграммы; $\varepsilon_{\text{гн}}$ – предельные относительные деформации бетона при сжатии, а также E_0 – начальный модуль упругости бетона.

Получены следующие результаты:

1. На основе формулы Ящука В.Е. [2]. Применяется для определения напряжений в упругопластических материалах:

$$\sigma(\varepsilon) := R_1 \cdot \left(1 - e^{-E_0 \cdot \frac{\varepsilon}{R_1}} \right), \quad (1)$$

где E_0 – начальный модуль упругости;
 R_1 – конечная прочность бетонного образца.

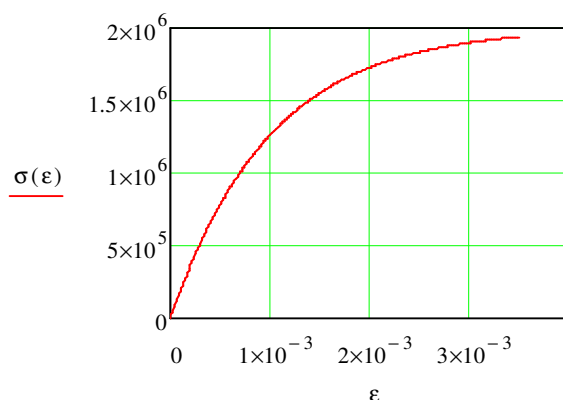


Рисунок 1. – Первая диаграмма деформирования (по В.Е. Ящуку)

2. На основе формулы Мурашкина Г.В., Мурашкина В.Г. [3,4]. Преимущество данной формулы в том, что она сочетает в себе как экспериментальные данные (коэффициенты), так и теоретические нюансы:

$$\sigma(\varepsilon) := \alpha \cdot \varepsilon^b \cdot \exp\left(b \cdot \frac{\varepsilon}{p}\right) \tag{2}$$

где α , b , p – коэффициенты, определяющиеся из расчетных предпосылок, заложенных в [5].

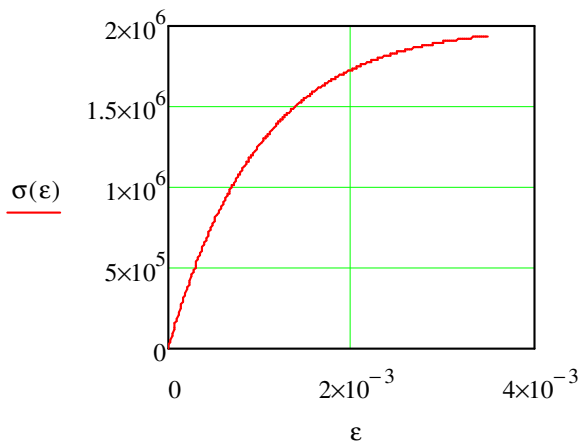


Рисунок 2. – Вторая диаграмма деформирования (по Г.В. Мурашкину, В.Г. Мурашкину)

3. На основе формулы А. Е. Шейкина [6]. Здесь идет учет того, что деформации ползучести бетона прямо пропорциональны величине напряжений в нем и времени действия нагрузки:

$$\sigma(\varepsilon) := \frac{\varepsilon}{E_0} + \alpha \cdot \varepsilon^2 \tag{3}$$

где E_0 – начальный модуль упругости бетона;
 α – коэффициент пропорциональности в соответствии с [5].

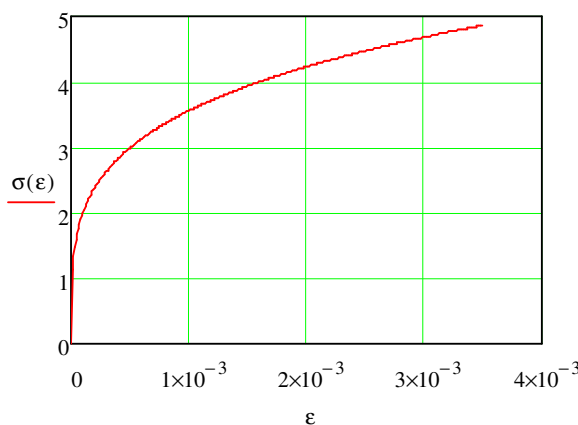


Рисунок 3. – Третья диаграмма деформирования (по А.Е. Шейкину)

4. На основе самой первой формулы (после закона Гука), предложенной в 1729 г. Г. Б. Бюльфингером, в последующем записанной в виде [7]:

$$\sigma(\varepsilon) := A \cdot \varepsilon^k \tag{4}$$

где: A – константа, имеющая размерность напряжений; k – показатель степени (безразмерная величина; из материала с произвольным значением k , можно автоматически получить решение для линейно-упругой и жесткопластической конструкции).

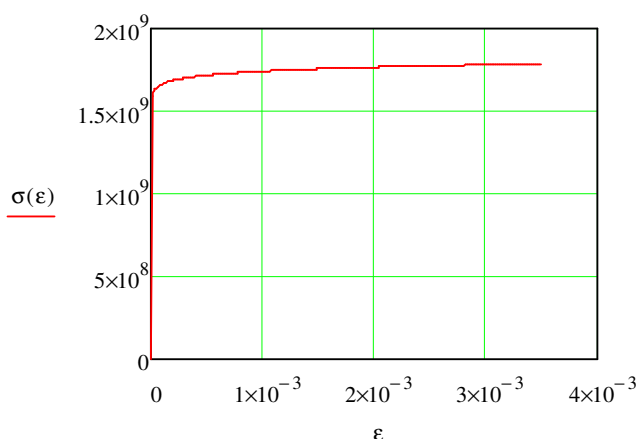


Рисунок 4. – Четвертая диаграмма деформирования (по Г.Б. Бюльфингеру)

5. На основе формулы М. Сарджина, рекомендованной Евро-Интернациональным комитетом по бетону (ЕКБ-ФИП), заложенной в [9]:

$$\sigma(\epsilon_1) := \frac{k \cdot \frac{\epsilon_1}{\epsilon_{10}} - \left(\frac{\epsilon_1}{\epsilon_{10}} \right)^2}{1 + (k - 2) \cdot \frac{\epsilon_1}{\epsilon_{10}}} \cdot f, \quad (5)$$

где: f – средняя прочность в возрасте 28 сут., табл. 3.1 [9];

ϵ_1 – относительная деформация;

ϵ_{10} – относительная деформация при максимальном (пиковом) значении напряжения в соответствии с табл. 3.1 [9].

$$\eta := \frac{\epsilon_1}{\epsilon_{10}} \quad (6)$$

$$k := \frac{1.05 E_1 \cdot \epsilon_{10}}{f}. \quad (7)$$

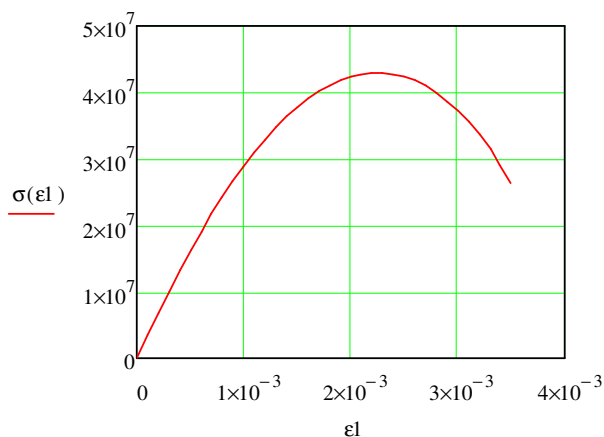


Рисунок 5. – Пятая диаграмма деформирования (по ТКП EN 1992-1-1-2009)

Заключение. Проанализировав основные зависимости напряжений от относительных деформаций, были получены диаграммы различного очертания. Более подробно исследовались некоторые из них. Различия в очертании объясняется тем, что зависимости описываются разными составляющими: в (2) это преимущественно константы, определяемые приблизительно, а, к примеру, (1) описывается фактическими характеристиками образца. Анализ результатов показывает возможность использования диаграмм одноосного кратковременного сжатия бетона для расчета железобетонных элементов. Применение нелинейной диаграммы деформирования бетона дает возможность определения значения прочности образца, величин напряжений в различных слоях бетона при уже известных значениях относительных деформаций. Это может оказаться полезным при расчетах эксплуатируемых конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пецольд Т.М., Тур В.В. Железобетонные конструкции. Основы теории расчета и конструирования: учебное пособие для студентов строительных специальностей. – Брест, БГТУ, 2003 – 69–71 с.
2. Экспериментальные исследования инженерных сооружений. – Издательство «НАУКА» М., 1973.
3. Мурашкин Г. В., Мурашкин В. Г. Моделирование диаграммы деформирования бетона и схемы НДС // Изв. вузов. Сер.: Стр-во и архитектура. – 1997. – № 10, 4–6 с.
4. Мурашкин Г. В., Алешин А. Н., Гимадетдинов К. И. Тяжело нагруженные полы из бетона, твердеющего под давлением // Изв. вузов. Строительство – 1995 – № 12, 136–139 с.
5. СНиП 2.03.01-84 Бетонные и железобетонные конструкции – М. Стройиздат, 1985 – 18 с.
6. Шейкин А. Е. К вопросу прочности, упругости и пластичности бетона, труды МИИТ, вып. 69, Трансжелдориздат, 1946., – 48–52 с.
7. Лукаш П. А. Основы нелинейной строительной механики М.: Стройиздат, 1978 – 202 с.
8. ТКП EN 1992-1-1-2009. Проектирование железобетонных конструкций – Минск: Стройтехнорм, 2009, – 17 с.

УДК 624.048

ВЛИЯНИЕ ПРИНИМАЕМОЙ ДИАГРАММЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕТОНА НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЖБ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ОДНООСНОМ КРАТКОВРЕМЕННОМ СЖАТИИ

Е.С. СЕРГЕЕВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. *Е.Д. ЛАЗОВСКИЙ*)

В статье описывается влияние различных видов диаграмм деформирования бетона на точность деформационного расчета изгибаемого жб элемента. С помощью программного комплекса «Бета 4.2 (5.0)», используя различные формы диаграмм деформирования, были получены результаты. Проанализировав расчеты, были сделаны выводы в соответствии с некоторыми особенностями исследуемого элемента.

Прочность и деформативность бетона в железобетонной конструкции зависит от структуры уже затвердевшего бетона т.е. от количества пор и микротрещин. Как показывают многочисленные опыты, чем меньше количество дефектов в бетоне, тем более прочным он является. Прочность бетона увеличивается за счет совершенствования его состава, технологии приготовления и последующего бетонирования конструкций. Ввиду того, что прочность бетона зависит от множества факторов, расчет конструкций производится опираясь на диаграммы деформирования бетонов, которые являются по сути своей обобщенными характеристиками механических свойств бетонов. Диаграммы деформирования получаются совершенно разными при определенных условиях действий нагрузок на образец: двух-, трехосное сжатие/растяжения, растяжение -сжатие; кратковременная/длительная и др. [1].

Существуют следующие методы расчета железобетонных элементов:

- Предельных усилий
- Упрощенный деформационный
- Общий деформационный

Метод предельных усилий:

Используется при расчете конструкций по прочности сечений, имеющих простую симметричную форму с арматурой, сосредоточенной у наиболее растянутой и наиболее сжатой грани. Допускается производить расчет по предельным усилиям с использованием только уравнения равновесия всех продольных сил, действующих в рассматриваемом сечении конструкции, и уравнений равновесия моментов относительно выбранных осей при расчетных сопротивлениях материалов [2].

Метод базируется на принципе пластического разрушения сечения, при котором достигаются предельные напряжения в растянутой арматуре и сжатом бетоне.

Вид диаграммы деформирования бетона: Жесткопластическая

Обобщенная схема усилий и эпюра напряжений в произвольном сечении имеет вид: [3]

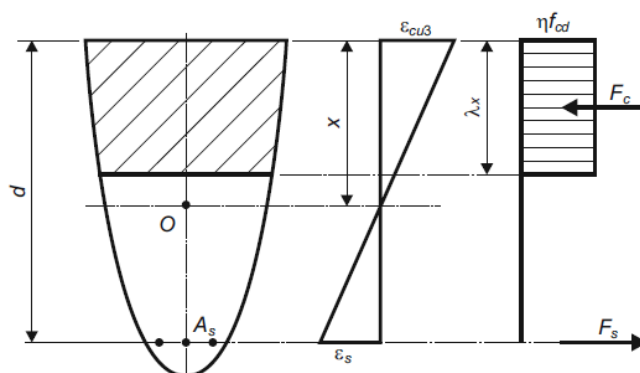


Рисунок 1 – Распределение напряжений и деформаций в сечении, нормальном к продольной оси изгибаемого железобетонного элемента для метода предельных усилий

Упрощенный деформационный метод:

Используется при расчете конструкций по прочности сечения любой формы с произвольным расположением арматуры при любой схеме приложения продольной силы и изгибающих моментов

Расчет прочности сечений нормальных к продольной оси, в рамках упрощенного деформационно-го метода, базируется на следующих допущениях: [4]

- расчетных уравнениях равновесия не учитывают сопротивление бетона в растянутой зоне сечения;
- для расчетного сечения выполняется гипотеза плоских сечений(гипотеза Бернулли) в соответствии с которой относительные деформации по высоте сечения изменяются пропорционально расстоянию от рассматриваемой фибры до нейтральной оси;
- Относительные деформации арматуры, располагаемой в сжатой зоне сечения и ϵ_c окружающего ее бетона равны, т.е. оба материала деформируются совместно.

Вид диаграммы деформирования бетона: Линейно-параболическая
 Принцип распределения деформаций и усилий для данного метода имеет вид: [4]

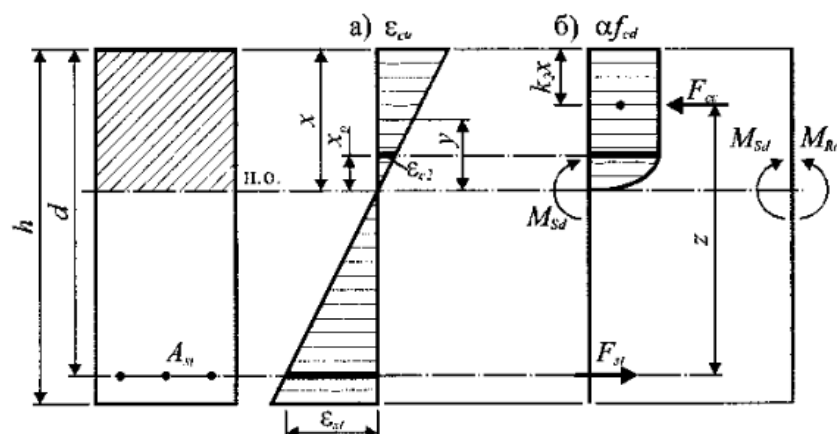


Рисунок 2 – Схема распределения деформаций и усилий напряжений в сечении для расчета упрощенным деформационным методом

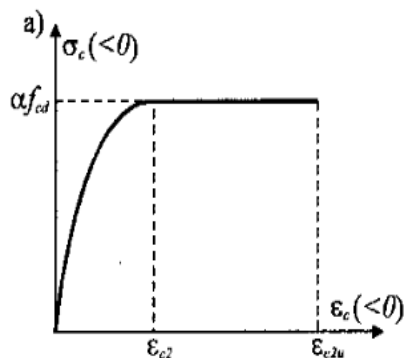


Рисунок 3 – Диаграмма деформирования бетона для упрощенного деформационного метода

Общий деформационный метод:

Используется при расчете конструкции по прочности сечения любой формы с произвольным расположением арматуры при любой схеме приложения продольной силы и изгибающих моментов.

Особенность: Использование метода численного интегрирования при расчете.

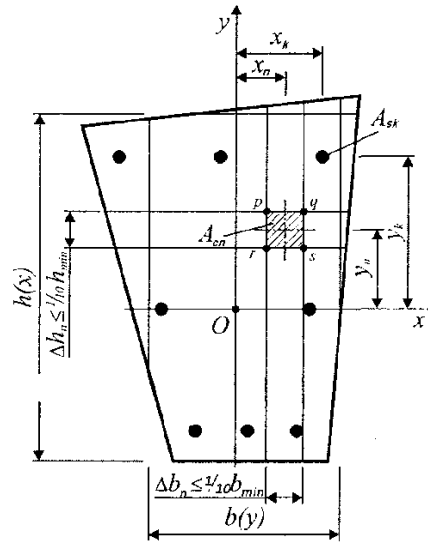


Рисунок 4. – Схематичное представление метода численного интегрирования

Метод заключается в разбиении бетонного сечения на отдельные малые участки площадью A_{cn} , как правило, прямоугольной формы, в качестве дополнительных берутся треугольные или трапециевидные участки. Для каждого n -го элементарного участка бетона фиксируют его площадь A_{cn} и координаты центра тяжести X_n и Y_n . Каждому арматурному стержню присваивают свой номер, а также фиксируют его площадь A_{sk} и положение центра тяжести X_k и Y_k [5].

Переходя к численному интегрированию, условия равновесия в этом случае записываются в виде: [5]

$$\left[\sum_n [\sigma_{cn}(\epsilon_c)] \right] A_{cn} + \left[\sum_k [\sigma_{sk}(\epsilon_s)] \right] A_{sk} = N_{Sd, z} \quad (1)$$

$$\left[\sum_n [\sigma_{cn}(\epsilon_c)] \right] A_{cn} \cdot x_n + \left[\sum_k [\sigma_{sk}(\epsilon_s)] \right] A_{sk} \cdot x_k = M_x \quad (2)$$

$$\left[\sum_n [\sigma_{cn}(\epsilon_c)] \right] A_{cn} \cdot y_n + \left[\sum_k [\sigma_{sk}(\epsilon_s)] \right] A_{sk} \cdot y_k = M_y \quad (3)$$

Если учитывать, что относительные деформации и напряжения могут быть связаны секущим модулем деформаций, соответственно можно записать:

$$\sigma_{cn}(\epsilon_c) = E_{cn} \cdot \epsilon_{cn} \quad (4)$$

$$\sigma_{sk}(\epsilon_s) = E_{sk} \cdot \epsilon_{sk} \quad (5)$$

Подставив (4) и (5) в (1), (2), (3) получается:

$$\left[\sum_n (\epsilon_{cn} \cdot E_{cn}) \right] A_{cn} + \left[\sum_k (\epsilon_{sk} \cdot E_{sk}) \right] A_{sk} = N_{Sd, z} \quad (6)$$

$$\left[\sum_n (\epsilon_{cn} \cdot E_{cn}) \right] A_{cn} \cdot x_n + \left[\sum_k (\epsilon_{sk} \cdot E_{sk}) \right] A_{sk} \cdot x_k = M_x \quad (7)$$

$$\left[\sum_n (\epsilon_{cn} \cdot E_{cn}) \right] A_{cn} \cdot y_n + \left[\sum_k (\epsilon_{sk} \cdot E_{sk}) \right] A_{sk} \cdot y_k = M_y \quad (8)$$

Решить такие уравнения вручную очень трудоемкая работа, именно поэтому этот метод является самым сложным. Целесообразно использование программных комплексов при расчете конструкций данным способом.

Вид диаграммы деформирования бетона: параболическая с ниспадающей ветвью

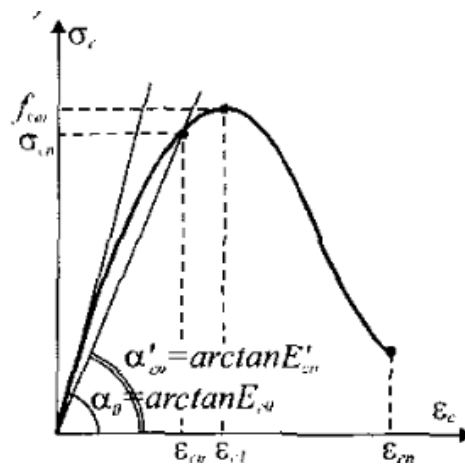


Рисунок 5 – Диаграмма деформирования бетона для общего деформационного метода

В работе будут рассматриваться базовые характеристики бетонов, получаемые в результате одноосного кратковременного сжатия и растяжения. Диаграмма показывает зависимость между напряжениями σ и продольными относительными деформациями ϵ сжатого (растянутого) бетона. Для описания диаграмм деформирования будем использовать два значения относительных деформаций: - $\epsilon_{c,l}$ относительные деформации, соответствующим пиковым напряжениям диаграммы; - $\epsilon_{c,n}$ предельные относительные деформации бетона при сжатии.

Введение. Для оценки напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов в различных стадиях их загрузки в настоящее время наиболее перспективной представляется нелинейная деформационная модель поскольку является более точной. Каким образом выбор той или иной формы диаграммы будет влиять на результаты расчета, будет рассматриваться в данной работе при помощи программы «Бета 4.2 (5.0)».

Постановка задачи. Рассчитать балку прямоугольного сечения на прочность деформационным методом используя разные варианты диаграмм деформирования бетона.

Дано:

$b = 300$ мм

$h = 800$ мм

$c = 70$ мм

$l_{eff} = 4500$ мм

Бетон класса С 20/25 ($f_{c,k} = 20$ МПа; $f_{c,d} = 13.4$ МПа; $E = 27000$ МПа.)

Растянутая арматура класса S500 ($f_{yk} = 500$ МПа; $f_{yd} = 450$ МПа; $E_s = 20 \cdot 10^4$ МПа.)

$A_{st} = 1963$ мм² (4 d25 S500)

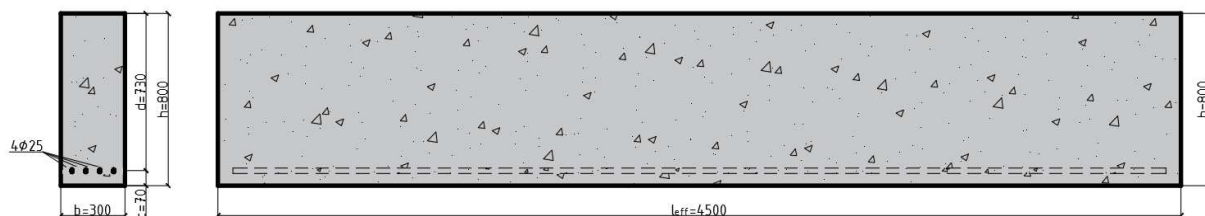


Рисунок 6. – Общий вид балки

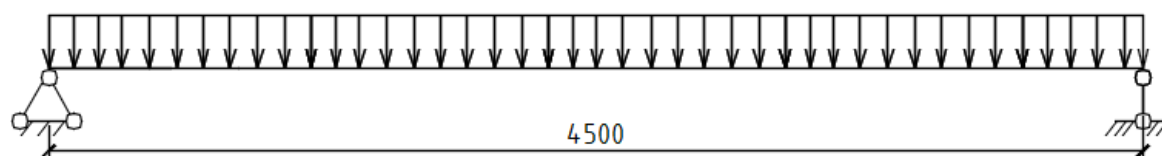


Рисунок 7 – Расчетная схема балки

Расчет производился по всем трем методам: методу предельных усилий, упрощенному деформационному методу и общему деформационному, используя разные диаграммы деформирования бетона при одноосном кратковременном сжатии. Были получены следующие результаты:

Таблица 1

Расчетное значение M_{Rd} , кН×м							
Метод предельных усилий ($M_{Rd(1)}$)	Упрощенный деформационный метод ($M_{Rd(2)}$)	Общий деформационный метод (СНБ) ($M_{Rd(3)}$)	Общий деформационный метод (ТКП EN 1992...) ($M_{Rd(4)}$)	Общий деформационный метод (диаграмма 1) ($M_{Rd(5)}$)	Общий деформационный метод (диаграмма 2) ($M_{Rd(6)}$)	Общий деформационный метод (диаграмма 3) ($M_{Rd(7)}$)	Общий деформационный метод (диаграмма 4) ($M_{Rd(8)}$)
1	2	3	4	5	6	7	8
531,96	515,72	543,1	542,5	539,3	540,9	545,8	547,2

Выводы. На основании полученных данных, можно сделать вывод о том, что выбор той или иной диаграммы деформирования бетона несущественно влияет на расчет прочности изгибаемого железобетонного элемента, поскольку значительной разницы в результатах нет.

Анализируя более детально, очевидно, что наиболее отклоненным от усреднённого значения результат дал упрощенный деформационный метод. Объясняется это тем, что расчет ведется при помощи таблиц (приблизительно), в запас прочности. Несмотря на то, что метод предельных усилий является одним из самых распространённых методов, он так же дал отличный от других результат, вследствие расчета по эмпирическим формулам и с учетом погрешностей расчета. Общий деформационный метод дал почти одинаковые результаты, погрешность между наиболее отклоненными значениями составила $\Delta=1,44\%$, несмотря на то, какая форма диаграммы деформирования использовалась.

Небольшая расхожимость между результатами объясняется тем, что исчерпание прочности конструкции происходит в результате достижения предельных значений либо сжатой зоны бетона, либо растянутой арматуры. В данном случае, исходя из расчетов, разрушение происходит по растянутой арматуре после достижения предела текучести в продольной арматуре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пецольт Т.М., Тур В.В. Железобетонные конструкции. Основы теории расчета и конструирования: учебное пособие для студентов строительных специальностей. – Брест, БГТУ, 2003, – с.69–71
2. Пецольт Т.М., Тур В.В. Железобетонные конструкции. Основы теории расчета и конструирования: учебное пособие для студентов строительных специальностей. – Брест, БГТУ, 2003, – с.197–200
3. ТКП EN 1992-1-1-2009. Проектирование железобетонных конструкций – Минск: Стройтехнорм, 2009, – с. 20
4. Пецольт Т.М., Тур В.В. Железобетонные конструкции. Основы теории расчета и конструирования: учебное пособие для студентов строительных специальностей. – Брест, БГТУ, 2003, – с.142–145
5. Пецольт Т.М., Тур В.В. Железобетонные конструкции. Основы теории расчета и конструирования: учебное пособие для студентов строительных специальностей. – Брест, БГТУ, 2003, – с.128–132

УДК 620.169.2

СБОРНО-МОНОЛИТНЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ, ИХ КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ, ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Д.Х. ФАРРАН

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.И. КОЛТУНОВ)

Рассматриваются особенности сборно-монолитных перекрытий, возводимых на объектах промышленных и гражданских зданий. Представлен краткий обзор об конструктивных особенностях, применяемых сборно-монолитных перекрытий в Республике Беларусь и Республике Ливан. В статье представлен сравнительный анализ разработанного типа перекрытия в Республике Беларусь "ДАХ", с применяемым вариантом в Республике Ливан.

Снижение веса строительных конструкций становится все актуальнее при проектировании. Уменьшение расхода строительных материалов при сохранении несущей способности конструкций обеспечивает существенный экономический эффект.

Сборно-монолитные перекрытия состоят из легких балок, блоков заполнения (различного материала, формы и веса), а также из монолитного бетона, укладываемого на строительной площадке. Балки располагаются с частым шагом, а пространство между балок заполняется легкими бетонными блоками. Затем поверх всей конструкции устраивается верхний слой бетона.

Сборно-монолитные перекрытия создают надежный каркас здания на любой основе. Это оптимизированный вариант между традиционными ж/б плитами и заливными конструкциями, исключая их недостатки.

Сборно-монолитные перекрытия позволяют:

- вести монтаж перекрытий без использования крана;
- исключить устройство отдельного монолитного пояса на стенах из слабонесущих строительных блоков;
- исключить устройство стяжки для выравнивания основания пола;
- заменить деревянные и ослабленные перекрытия на бетонные;
- перекрыть помещения сложной формы с эркерами и выступами;
- вести монтаж в труднодоступных местах, в том числе в существующих помещениях;
- использовать пустоты в перекрытиях для прокладки коммуникаций;
- использовать балки для устройства мощных несущих перемычек;
- технологичность конструкции и высокая скорость монтажа.

Система сборно-монолитных перекрытий в Ливане состоит из пространственных каркасов, блоков различного материала, монолитно бетонизируемых на площадке строительства. Система требует опалубочных работ, увеличивающих срок строительства в зависимости от требований по набору прочности бетона перекрытия.

Армирование балок состоит из пространственных каркасов, производимых на площадке строительства, с симметричным прямоугольным или треугольным расположением продольных арматур, соединенных посредством вязки, прямоугольными или треугольными хомутами. Шаг хомутов 100мм по всей длине балки.

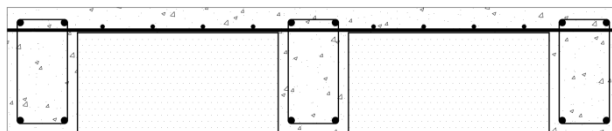


Рисунок 1. – Фрагмент сборно-монолитного перекрытия с прямоугольным армированием (прямоугольные хомуты)

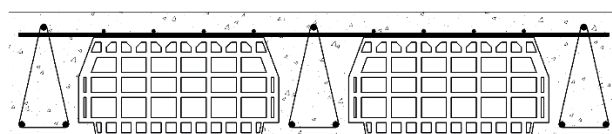


Рисунок 2. – Фрагмент сборно-монолитного перекрытия с треугольным армированием (треугольные хомуты)

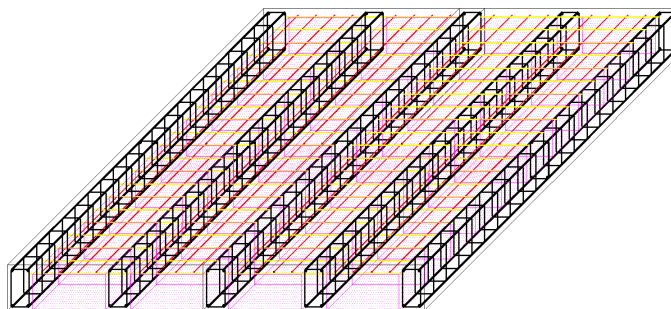


Рисунок 3. – Схема армирования сборно-моноконтного перекрытия

Высота перекрытия строго связана с геометрическими параметрами здания. Следует отметить что, минимальная высота перекрытия составляет 200 мм, а максимальная 350 мм. Максимальный допустимый пролет составляет 6м исходя из требований второй группы предельных состояний. Рекомендуется применять моноконтную предварительно напряженную плиту при пролете более 6м.

Материалы блоков отличаются, они бывают керамические, газобетонные, а также новые - пенополистирольные. В среднем, объемный вес блоков составляет 600 кг/м³. Размер блоков отличается от высоты перекрытия. Типичные размеры блоков (наиболее распространенные в Ливане):

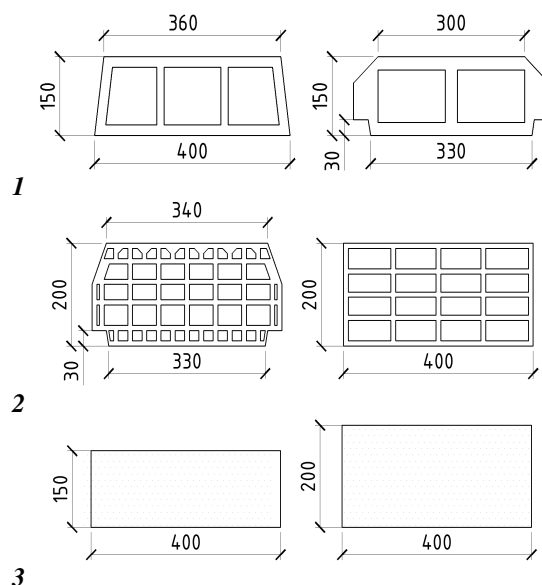


Рисунок 4. – Блоки распространенные в Ливане:

1 – газобетонные блоки, 2 – керамические блоки, 3 – пенополистирольные блоки



Рисунок 5. – Пример устройства сборно-моноконтных перекрытий в Ливане

В Беларуси применяются сборно-монолитные перекрытия «ДАХ». Сборно-монолитные перекрытия «ДАХ» устраиваются на объектах промышленных и гражданских зданий при наличии опорных несущих конструкций. Перекрытия выполняются из предварительно изготовленных железобетонных балок и пустотных блоков, служащих несъемной опалубкой, а также монолитного бетона, укладываемого на смонтированные конструкции.

Блоки пустотные бетонные выполняются со сквозными пустотами, с уступами в нижней части для опирания на балки. Изготавливаются блоки из легкого бетона класса не ниже С8/10, средней плотностью до 1600 кг/м³. Существуют три основных вида блоков, различающихся между собой размерами поперечного сечения и очертанием пустот.

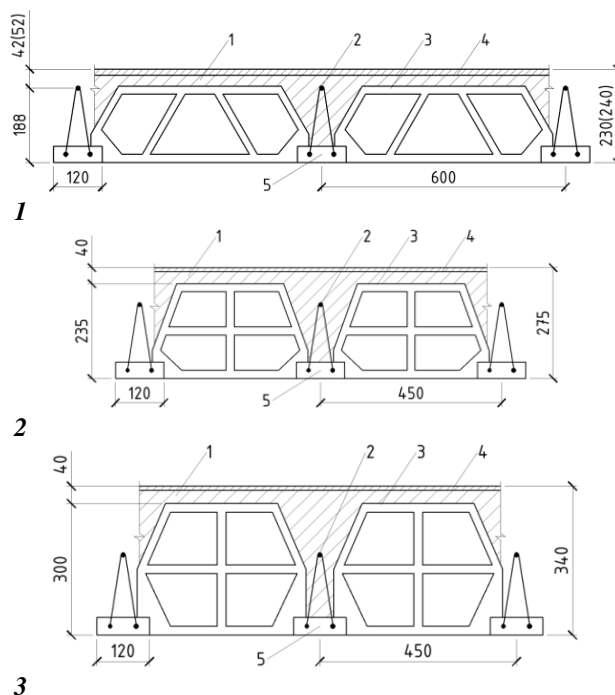


Рисунок 6. – Основные виды блоков: 1 – ДАХ-I; 2 – ДАХ-II; 2 – ДАХ-III;

1 – слой монолитного бетона; 2 – выступающая часть арматурного каркаса сборной балки ДАХ; 3 – сборные блоки ДАХ; 4 – сетка дополнительного армирования монолитного слоя бетона; 5 – сборные балки ДАХ

Каждый вид блока предполагает несколько модификаций, различающихся между собой длиной и сечением пустот. Каждый вид блоков предназначен для соответствующего типа перекрытия. Доборные блоки предназначены для использования в местах, где не помещаются основные блоки, а блоки со стенкой – для установки в местах примыкания перекрытия к торцевым стенам и поперечным ребрам: «ДАХ-I» – с расстоянием между осями балок в 600 мм и высотой перекрытия до 240 мм, пролет до 7,2 м; «ДАХ-II» – с расстоянием между осями балок в 450 мм и высотой перекрытия до 280 мм, пролет до 8,4 м; «ДАХ-III» – с расстоянием между осями балок в 450 мм и высотой перекрытия до 360 мм, пролет до 9,6 м.



Рисунок 7. – Пример устройства сборно-монолитных перекрытий в Беларуси

Таблица 1. Сравнительный анализ сборно-монолитных перекрытий Ливана и Беларуси

	Ливан	Беларусь
Технология возведения	Заливка каркасов балок одновременно с заливкой перекрытия после проведения опалубочных работ	Готовые балки заливаются без нижней опалубке, где балки опираются на опорные несущие конструкции с определенным шагом
Конструкция	Назначается толщина плиты и армирования балок по расчету	Типовые серии в зависимости от действия нагрузок и пролетов
Поперечное армирования балок	Хомуты прямоугольные или треугольные	Поперечная арматура в виде решетчатой ферменной арматурой (змейка)
Блоки	Газобетонные; Керамические; Пенополистерольные	Газобетонные; Керамические; Пенополистерольные; Керамзитобетонные

Выводы. Анализ ранних научных работ и выполненных проектов разных стран показывает, что исследование современных типов перекрытия, является актуальным вопросом в области проектирования железобетонных конструкций. Оптимизация толщины перекрытий при расчете в Республике Ливан позволяет экономить на расходе бетона. При проектировании перекрытий в Ливане, располагают рабочую арматуру в зависимости от местоположения зоны максимальных моментов. Серийно разработанные конструкции "ДАХ" в Республике Беларусь, позволяют применять их в зданиях различного назначения, жилых, общественных и промышленных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Vidy i montazh sborno monolitnykh perekrytij svoimi rukami. [Elektronnyy resurs]. <http://stroitel-list.ru/bloki-iplity/vidy-i-montazh-sborno-monolitnykh-perekrytij-svoimi-rukami.html#nav2> (data obrashcheniya 20.03.2016).
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aist-dah.ru/statya>.
3. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. Серия Б 1.146.1-1.02. Сборно-монолитное перекрытие типа «ДАХ». Вып. 1. Рабочие чертежи / Ф.И. Пантелеенко, Д.Н. Лазовский. – Минск: МинскТипПроект.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.penopolistirol.net/penoplastirol1.html>.
5. Типовая технологическая карта на устройство сборно-монолитных перекрытий типа «ДАХ» серии Б1.146.1-1.02.

УДК 620.169.2

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОПЕРЕЧНОГО АРМИРОВАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ, ЖЕСТКОСТЬ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**Д.Х. ФАРРАН***(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.И. КОЛТУНОВ)*

В этой статье описывается влияние трех различных типов поперечного армирования на прочность, жесткость и трещиностойкость изгибаемых железобетонных элементов, приводятся экспериментальные данные о работе железобетонных балок, армированных различными типами каркасов. Испытания проводились на четырех железобетонных балках, одна из которых была с хомутами, а три - с различными типами поперечной арматуры вида фермы.

Введение. Сборно-монолитные перекрытия широко используются при возведении современных зданий и сооружений. Это объясняется легкостью конструкции, прочностью и эффективностью таких перекрытий. При этом, в строительной отрасли, сборные балки (главные или второстепенные) имеют различные типы поперечного армирования.

Постановка задачи. Исследование прочности, жесткости и трещиностойкости изгибаемых железобетонных элементов проводилась на балках имеющих различные виды поперечного армирования

Типы поперечных каркасов:

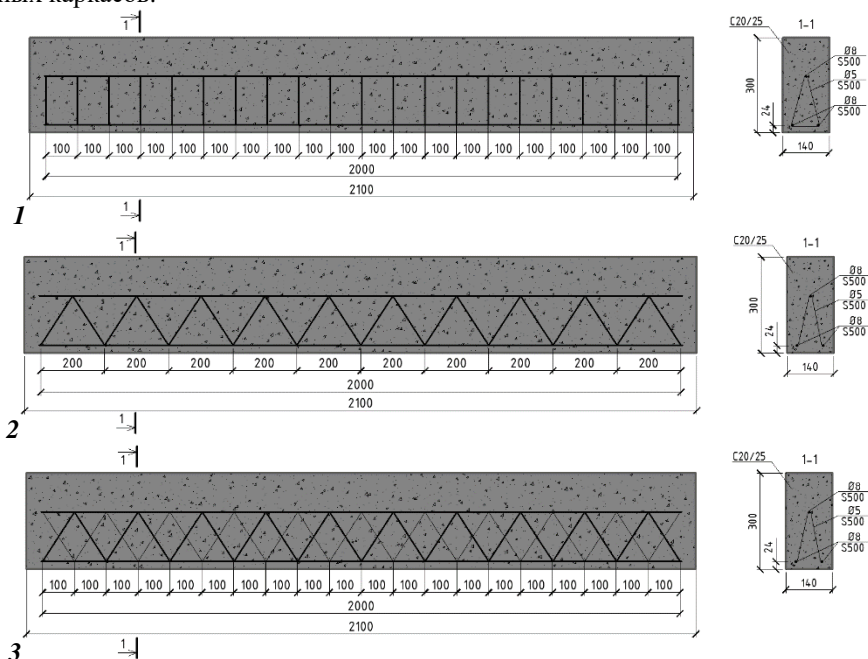


Рисунок 1. – Арматурные каркасы:

1 – балка с вертикальными хомутами; 2 – балка с симметричной решетчатой ферменной арматурой (2 образца); 3 – балка с несимметричной решетчатой ферменной арматурой

Экспериментальные исследования, проводились в лаборатории кафедры "Строительные конструкции" Полоцкого государственного университета.

Проверка жесткости арматурных каркасов.

Для определения жесткостных параметров арматурных каркасов, было произведено их испытание нагружением в соответствии с рисунком 2. сосредоточенными силами в 2-х точках. Деформации определялись с помощью прогибомеров.

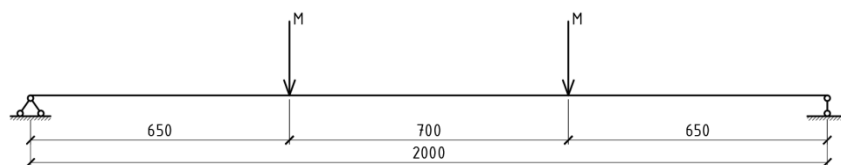


Рисунок 2. – Схема нагружения арматурных каркасов

График прогибов представлен на рисунке 3.

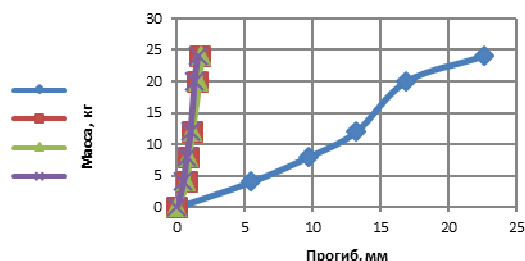


Рисунок 3. – График деформаций арматурных каркасов

Исходя из полученного графика, показано что минимальную жесткость имеет каркас с вертикальными хомутами.

Схема испытания балок представлена на рисунке 4. Нагружение образцов производилось гидравлическим домкратом через две траверсы. Измерение прогибов производилось с учетом осадки опор тремя прогибомерами. Для оценки ширины раскрытия трещин при увеличении нагрузки, использовался микроскоп. Необходимо отметить, что все четыре балки были изготовлены из одинаковых конструкционных материалов в один и тот же день.

Условный класс бетона C_{45} . Класс арматурной стали S500, с тремя продольными арматурами $\varnothing 8$, и с поперечным армированием $\varnothing 5$.

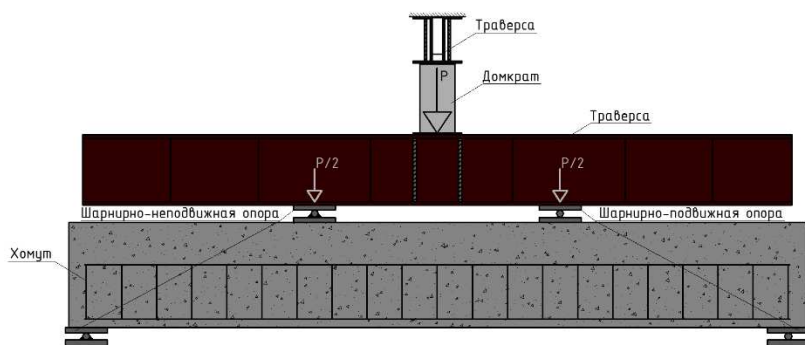


Рисунок 4. – Схема испытания балок

Результаты экспериментальных исследований опытных балок представлены на рисунках 5 и 6.

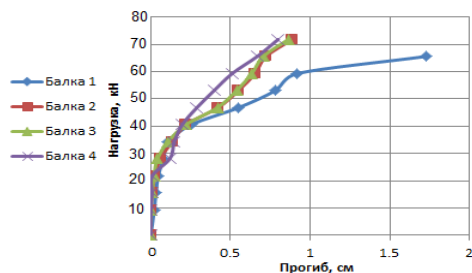


Рисунок 5. – Графики деформаций опытных балок

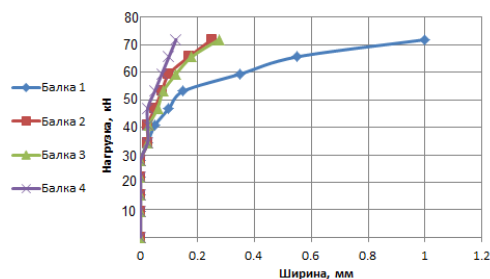


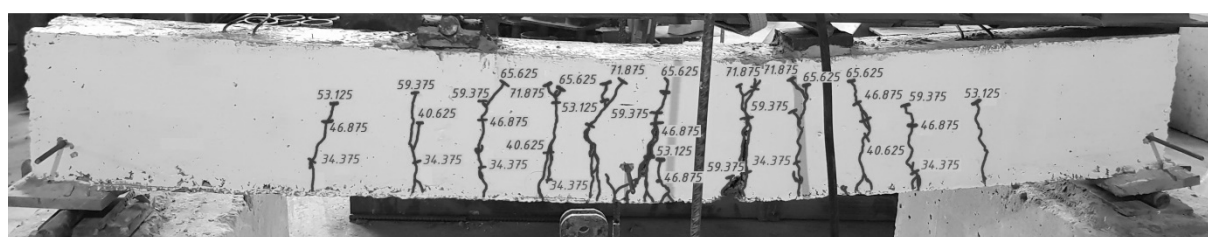
Рисунок 6. – Графики ширины раскрытия трещин опытных балок

Результаты полученные в ходе эксперимента, представлены в таблице 1.

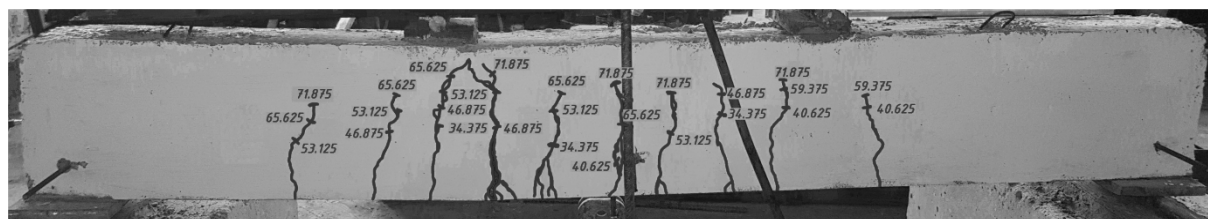
Таблица №1. – Результаты эксперимента

	Балка 1	Балка 2	Балка 3	Балка 4	Разница 1–4, %
Разрушающая нагрузка , кН	71,875	82	82	82	12,3
Прогиб, см	1,891	0,864	0,799	0,765	57
Кол-во трещин	22	24	24	23	4
Макс. ширина трещин, мм	1	0,25	0,25	0,15	85

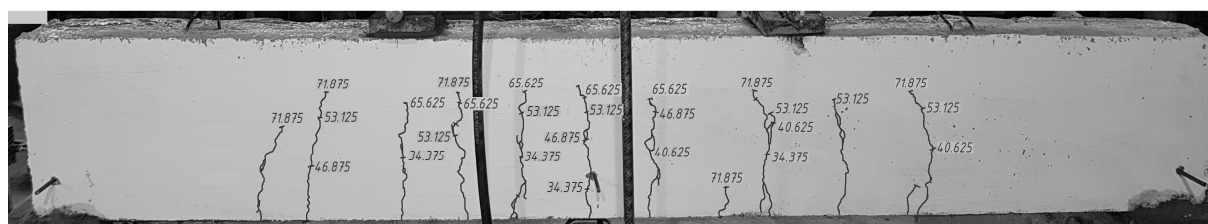
Фотографии опытных образцов после испытаний, представлены на рисунке 7.



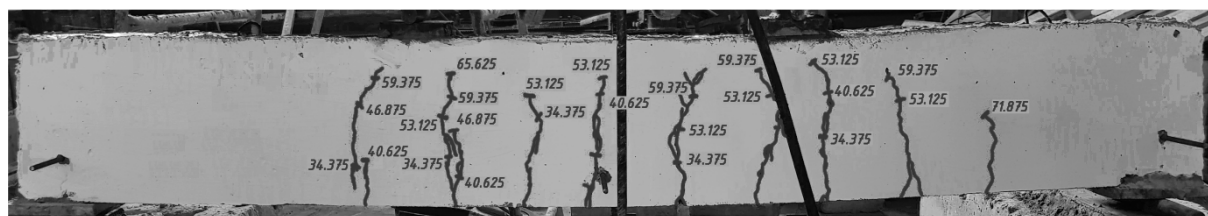
1



2



3



4

Рисунок 7. – Опытные образцы после испытаний: 1 – Балка 1; 2 – Балка 2; 3 – Балка 3; 4 – Балка 4

Выводы. Исследования, выполненные в работе, позволяют сформулировать общее представление о влиянии поперечной решетчатой ферменной арматуры на прочность, жесткость, и трещиностойкость железобетонных изгибаемых элементов а также самих каркасов.

1. В стадии перевозки и мотоя каркасы с решетчатым расположением поперечной арматуры, являются более жесткими.

2. При испытании арматурных изделий, балки с симметричным и с несимметричным решетчатым ферменным армированием имели прогибы на 57% меньше чем у балки с вертикальными хомутами. Это явление можно объяснить тем, что ферма увеличивает жесткость за счет перераспределения внутренних сил в каркасе.

3. Количество образовавшихся трещин в балке с вертикальными хомутами меньше по количеству, но их ширина приблизительно в 2 раза больше чем в остальных балках. Предельного значения ширины раскрытия трещин по второй группе предельных состояний достигла первая балка при нагрузке на 37% меньшей чем балки с ферменным армированием.

4. Балки с симметричным и с несимметричным ферменным решетчатым армированием показали более высокие прочностные показатели поперечного сечения по отношению с балкой вертикально армированной (до 12%).

Разрабатывается методика расчета балок с применением поперечной ферменной решетчатой арматурой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Effect of Type and Position of Shear Reinforcement of High-Strength Reinforced Concrete Deep Beams /Dr.OmarQarani Aziz (Assist Prof.), Dr.SinanAbdulkhaliqYaseen/Civil Engineering Dept. / College of Engineering / University of Salahaddin-Hawler
2. Системы сборно-монолитных перекрытий Е.С. Недвига, Н.А. Виноградова/Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург/Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 4 (43). 2016. 87-102
3. Lattice Girder Elements - Investigation of Structural Behaviour and Performance Enhancements/ Ingemar Löfgren M.Sc. in Civil Engineering Department of Structural Engineering / Concrete Structures Chalmers University of Technology SE-412 96 Göteborg, Sweden
4. Effect of the Truss System to the Flexural Behavior of the External Reinforced Concrete Beams/ Rudy Djamaluddin, Yasser Bachtiar, Rita Irmawati, Abd. Madjid Akkas, Rusdi Usman Latief/ World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil and Environmental Engineering Vol:8, No:6, 2014

УДК 624.072

СВОЙСТВА ШАРНИРНО-СТЕРЖНЕВОЙ ЦЕПИ

Д.Х. ФАРРАН, Е.С. СЕРГЕЕВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.С. ТУРИЩЕВ)

Рассматриваются качественные закономерности внутренних усилий в стержнях шарнирно-стержневой цепи, входящей в состав комбинированной системы совместно с балкой жесткости. Рассматриваются два вида комбинированной системы – распорная и безраспорная.

Среди встречающихся в строительной практике стержневых конструкций весьма широкий класс образуют комбинированные системы, состоящие из балки жесткости и шарнирно-стержневой цепи (рис. 1). По статическим свойствам такие системы могут быть, как статически определимыми, так и статически неопределимыми.

Возможны две разновидности конструктивного исполнения шарнирно-стержневой цепи – арочный и висячий варианты. В зависимости от схемы взаимодействия цепи с балкой жесткости различают распорные (рис. 1, а) и безраспорные (рис. 1, б) комбинированные системы.

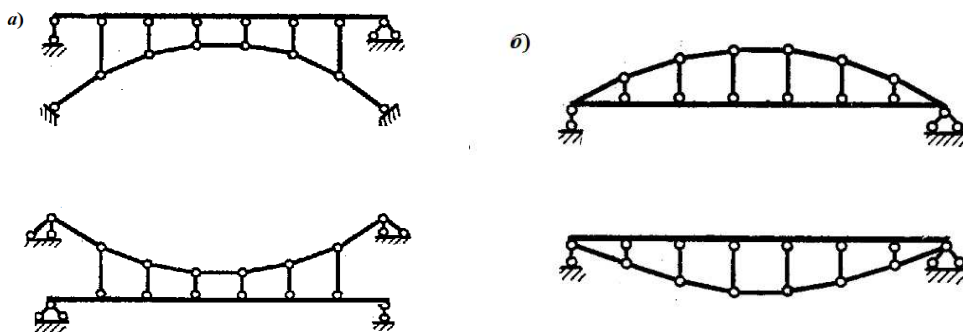


Рисунок 1. – Комбинированные системы:
а – распорные; б – комбинированные

В связи с различием схем взаимодействия цепи с балкой жесткости представляет интерес рассмотрение качественных закономерностей внутренних усилий, возникающих в элементах цепи. Будем считать, что цепь имеет произвольное конечное число узлов.

Поскольку элементы цепи работают как стержни фермы, то в них возникают только продольные силы. Рассмотрим схему продольных сил в произвольном узле цепи номера n (рис. 2).

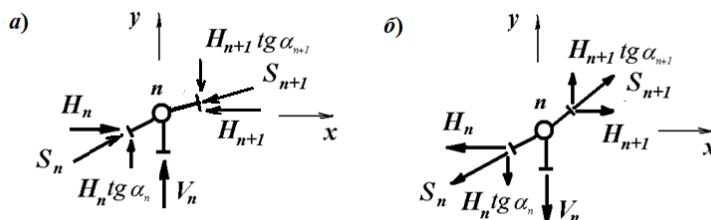


Рисунок 2. – Схема продольных сил в произвольном узле цепи

В случае арочного варианта все элементы будут сжаты (рис. 2, а), а в случае висячего варианта – растянуты (рис. 2, б). Составим для сил, действующих на произвольный узел цепи, уравнения проекций на оси x и y .

Из уравнения проекций на ось x следует, что

$$H_n = H_{n+1} = H = \text{const} \quad (n = 1, 2, \dots). \quad (1)$$

Полученное соотношение (1) характеризует первое свойство цепи. Горизонтальные составляющие продольных сил во всех наклонных стержнях цепи одинаковы. Эта одинаковая горизонтальная составляющая является распором цепи. Тогда продольные силы в наклонных стержнях цепи связаны с её распором соотношением

$$S_n = \frac{H}{\cos \alpha_n}. \quad (2)$$

Из уравнения проекций на ось y следует, что продольные силы в стойках связаны с распором цепи следующим соотношением

$$|V_n| = H (\operatorname{tg} \alpha_{n+1} - \operatorname{tg} \alpha_n). \quad (3)$$

Полученные соотношения (2), (3) характеризует второе свойство цепи. Внутренние усилия во всех стержнях цепи выражаются через распор цепи.

Рассмотрим случай цепи, наиболее часто встречающийся в строительной практике, когда расстояние между стойками цепи одинаковое

$$a_{n-1} = a_n = a_{n+1} = a, \quad (4)$$

а узлы цепи очерчены по закону квадратной параболы

$$y = kx^2. \quad (5)$$

В этом случае положение произвольных трех смежных узлов цепи с учетом (4), (5) описываются следующими соотношениями:

– абсциссы узлов

$$\begin{aligned} x_{n-1} \\ x_n = x_{n-1} + a \\ x_{n+1} = x_{n-1} + 2a \end{aligned} \quad (6)$$

– ординаты узлов

$$\begin{aligned} y_{n-1} = kx_{n-1}^2 \\ y_n = k(x_{n-1} + a)^2 \\ y_{n+1} = k(x_{n-1} + 2a)^2 \end{aligned} \quad (7)$$

Тогда тангенсы углов наклона стержней цепи, примыкающих к произвольному узлу цепи номера n , с учетом (6), (7) связаны с соответствующими ординатами соотношениями

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_n = \frac{y_n - y_{n-1}}{a} \\ \operatorname{tg} \alpha_{n+1} = \frac{y_{n+1} - y_n}{a} \end{aligned} \quad (8)$$

Подставляя (7), (8) в (3), после соответствующих преобразований получим, что усилие в произвольной стойке цепи описывается выражением

$$|V_n| = 2akH \quad (9)$$

Из полученного выражения (9) следует, что продольные силы во всех стойках цепи одинаковы по величине.

Рассмотренные свойства шарнирно-стержневой цепи справедливы как для статически определенных, так и статически неопределимых комбинированных систем. Они имеют практическое значение и могут использоваться как при проектировании новых комбинированных систем, так и при усилении существующих балочных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисевич, А.А. Строительная механика: учебное пособие для вузов / А.А. Борисевич, Е.М. Сидорович, В.И. Игнатюк. – Минск: БНТУ, 2009. – 756 с.
2. Дарков, А.В. Строительная механика: Учебник для вузов. / А. В. Дарков, Н.Н. Шапошников. – СПб.: Изд. Лань, 2010. – 656 с.

УДК 624.072

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ БАЛКИ СОВМЕСТНО С ШАРНИРНО-СТЕРЖНЕВОЙ ЦЕПЬЮ

Д.Х. ФАРРАН, Е.С. СЕРГЕЕВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц Л.С. ТУРИЦЕВ)

Рассматривается расчет статически неопределимой комбинированной системы, состоящей из балки жесткости и шарнирно-стержневой цепи общего вида на действие произвольной вертикальной нагрузки. В зависимости от схемы взаимодействия цепи с балкой жесткости рассматривается расчет распорных и безраспорных комбинированных систем. Получены конечные формулы для определения внутренних усилий в таких системах.

Широкое применение в строительной практике получили комбинированные системы, состоящие из балки жесткости и шарнирно-стержневой цепи. По статическим свойствам такие системы, как правило, являются статически неопределимыми системами. Частные примеры расчета таких систем методом сил приведены в [1], [2].

Рассматривается расчет методом сил балки жесткости и шарнирно-стержневой цепи общего вида на действие произвольной вертикальной нагрузки (рис. 1). Используются два варианта конструктивного исполнения шарнирно-стержневой цепи – арочный и висячий варианты. В зависимости от схемы взаимодействия цепи с балкой жесткости рассматривается расчет распорных (рис. 1, а) и безраспорных (рис. 1, б) комбинированных систем.

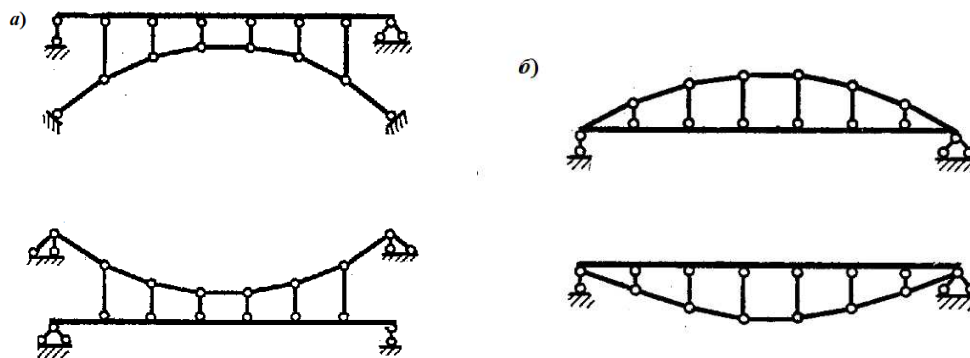


Рисунок 1. – Комбинированные системы

Исходными задаваемыми параметрами комбинированных систем во всех рассматриваемых случаях являются:

- параметр типа системы: $t = 1$ – висячая система; $t = 2$ – арочная система;
- значения пролета - l и стрелы цепи – f ;
- число панелей цепи – p ;
- параметры нагрузки – места приложения и направления сосредоточенных и распределенных нагрузок, значения их модулей и интенсивностей;
- параметры балки жесткости – модуль упругости материала – E_b , площадь – A_b и момент инерции – I_b поперечного сечения;
- параметры элементов цепи – модуль упругости материала стержней пояса – E_s , модуль упругости материала стоек – E_v , площадь поперечного сечения стержней пояса – A_s , площадь поперечного сечения стоек – A_v .

Производными параметрами комбинированных систем во всех рассматриваемых случаях являются:

- длина панели пояса – $a = \frac{l}{p}$;
- число узлов цепи – $k_y = p + 1$;
- число стержней пояса цепи – $k_s = p$;

– число стоек цепи – $k_v = p - 1$.

Геометрия шарнирно-стержневой цепи рассчитываемых комбинированных систем характеризуется;

– законом очертания цепи – $y(x)$;

– координатами узлов цепи – y_k ($k = 1, \dots, k_y$);

– длинами стержней пояса цепи – $l_{s_k} = \sqrt{(y_{k+1} - y_k)^2 + a^2}$ ($k = 1, \dots, p$);

– углами наклона стержней пояса цепи – $\operatorname{tg} \alpha_k = \frac{y_k - y_{k+1}}{a}$ ($k = 1, \dots, p$);

– длинами стоек цепи – l_{v_k} ($k = 1, \dots, k_v$).

Рассматриваемые распорные и безраспорные комбинированные системы для обоих вариантов конструктивного исполнения шарнирно-стержневой цепи являются один раз статически неопределимыми системами. Во всех случаях для удаления лишней связи врезается шарнир в среднее сечение балки жесткости и, следовательно, основная система метода сил является статически определимой комбинированной системой (рис. 2)

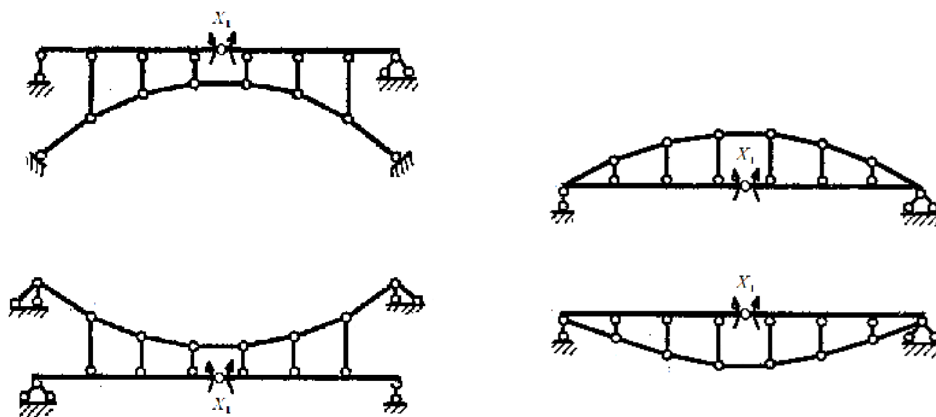


Рисунок 2. – Основная система метода сил

Каноническое уравнение метода сил для всех рассматриваемых комбинированных систем имеет одинаковый вид

$$\delta_{11} X_1 + \Delta_{1P} = 0, \quad (1)$$

а основным неизвестным во всех случаях является изгибающий момент в наиболее опасном сечении балки жесткости. Получены конечные формулы, связывающие внутренние усилия рассматриваемых комбинированных систем с балочными внутренними усилиями, с распором цепи и основным неизвестным.

Формулы для определения внутренних усилий в шарнирно-стержневой цепи имеют вид:

– распор цепи – $H = \frac{M_{Cb} - X_1}{f}$

– продольные силы в стержнях пояса цепи – $S_k = \frac{M_{Cb} - X_1}{f \cos \alpha_k}$ ($k=1, \dots, p$)

– продольные силы в стойках цепи – $V_k = \frac{M_{Cb} - X_1}{f} (\operatorname{tg} \alpha_{k+1} - \operatorname{tg} \alpha_k)$ ($k=1, \dots, k_v$)

Формулы для определения внутренних усилий в балке жесткости имеют вид:

– безраспорные комбинированные системы любого типа;

$$M(x) = M_b(x) + \frac{X_1 - M_{Cb}}{f} y(x)$$

$$Q(x) = Q_b + \frac{X_1 - M_{Cb}}{f} \operatorname{tg} \alpha(x)$$

$$N = \frac{X_1 - M_{Cb}}{f}$$

– распорные комбинированные системы любого типа;

$$M(x) = M_b(x) + \frac{X_1 - M_{Cb}}{f} y(x)$$

$$Q(x) = Q_b + \frac{X_1 - M_{Cb}}{f} \operatorname{tg} \alpha(x)$$

$$N = 0$$

Полученные конечные формулы для определения внутренних усилий в рассмотренных комбинированных системах имеют практическое значение и могут использоваться как при проектировании новых комбинированных систем, так и при усилении существующих балочных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисевич, А.А. Строительная механика: учебное пособие для вузов / А.А. Борисевич, Е.М. Сидорович, В.И. Игнатюк. – Минск: БНТУ, 2009. – 756 с.
2. Дарков, А.В. Строительная механика: Учебник для вузов. / А. В. Дарков, Н.Н. Шапошников. – СПб.: Изд. Лань, 2010. – 656 с.

УДК 624-2/-9

УТОЧНЕНИЕ РАСЧЕТА ОПОРЫ КОНСОЛЬНОЙ БАЛКИ

И.С. СВИДУНОВИЧ, Е.И. ПАДАЛИЦКАЯ
(Представлено: доц. А.Г. ЩЕРБО)

Одной из наиболее распространенных конструкций промышленных и гражданских зданий являются консольные балки. Материал балок – это, как правило, железобетон или конструкционная сталь. В гражданских зданиях консольная балка – несущая конструкция балконов, козырьков и других элементов. В промышленных зданиях кроме перечисленных выше это могут быть несущие конструкции подъемных кранов небольшой мощности, опоры различных коммуникаций, например, кабелей, трубопроводов. Нередко консольные балки закрепляются в стены, выполненные из кирпича. Наиболее часто такое сочетание наблюдается в зданиях старой постройки, хотя применяется и в современном строительстве.

Расчет заземляющей опоры при проектировании новых зданий и сооружений или оценка несущей способности существующих производится без учета местных напряжений и деформаций вблизи поверхностей контакта балка-стена. Между тем, разница в прочностных и деформационных характеристиках железобетонной и особенно стальной балки и кирпичной кладки существенна. Вертикальные перемещения и повороты опорного сечения происходят за счет местных деформаций сжатия кирпичной кладки. Учет этого явления необходим при проектировании новых зданий и при обследовании существующих объектов для определения несущей способности и необходимости или необязательности усиления в случае дальнейшей реконструкции. Предлагаемая статья посвящена результатам исследования данного вопроса.

Существующая методика расчета глубины заделки консольной балки исходит из равномерного распределения контактных напряжений q по поверхности контакта (рис. 1).

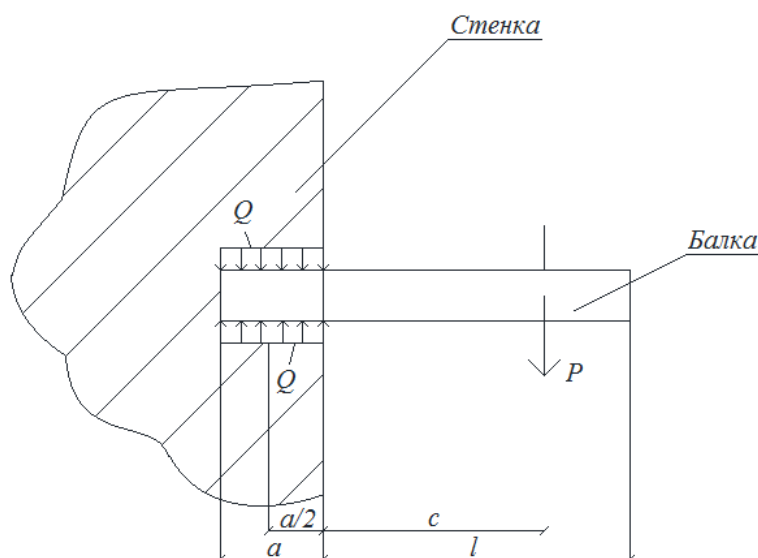


Рисунок 1. – Схема нагружения и распределения контактных напряжений по существующей методике расчета

Как следует из рисунка 1, при равномерном распределении контактных напряжений кирпичная кладка находится в условиях центрального сжатия. Однако исследование заземляющих опор указывает на наличие местных перемещений (углов поворота) за счет деформаций сжатия кирпичной кладки, что приводит к перераспределению контактных напряжений, которые предлагается считать распределенными по линейному закону (рис. 2).

Расчет на местное сжатие кладки в зоне заделки консолей производится по преобразованной формуле для определения напряжений при внецентренном сжатии:

$$Q \leq \frac{R_c \cdot a \cdot b}{\frac{e}{a} + 1} \quad (1)$$

где P – расчетная нагрузка от собственного веса и внешнего нагружения;
 R_c – расчетное сопротивление кладки смятию.
 Величина плеча e_0 определяется выражением

$$e_0 = \frac{M}{P}$$

где M – момент в заделке относительно центра заделки;
 a и b – соответственно глубина заделки и ширина сечения балки. Схема усилий в заделке приведена на рисунке 2.

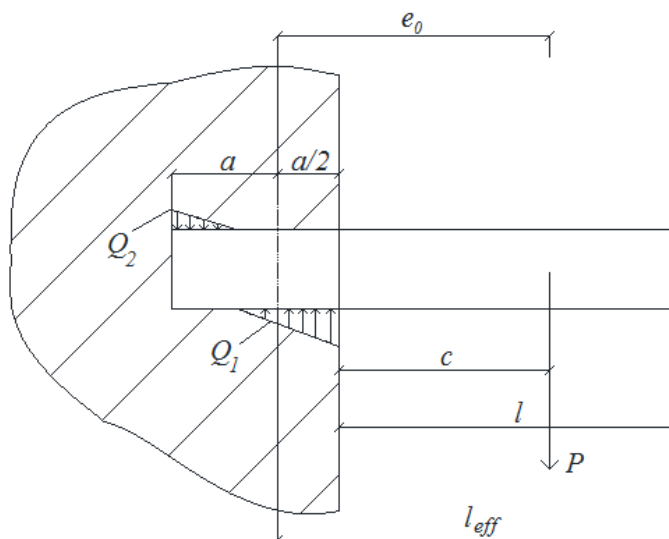


Рисунок 2. – Схема распределения контактных напряжений по предлагаемой методике

Как следует из рисунка 2

$$l_{eff} = l + \frac{a}{2},$$

$$a \cdot e_0 = c + \frac{a}{2}.$$

Величина c для большинства балок изменяется в пределах $(0,2 \div 0,5)l_{eff}$.

Величина l_{eff} по данным Национального стандарта Беларуси и Еврокода лежит в пределах от l до $l + \frac{a}{2}$. При этом от равномерно распределенной нагрузки величина $e_0 = 0,5l_{eff}$ принимается постоянной и вводится в формулу (2), полученную из формулы (1):

$$\alpha = \frac{e}{2R_c b} \sqrt{\frac{e^2}{4R_c^2 b^2} + \frac{eQe_0}{R_c b}} \quad (2)$$

Проверочным уравнением при определении глубины заделки может служить выражение

$$0,5l_{eff} = (0,2 + 0,5)l_{eff} + 0,5\alpha \quad (3)$$

Таким образом, методика определения глубины заделки консольной балки в кирпичную кладку предлагается следующей:

- 1) Задаемся величиной l_{eff} (из материалов проекта или по результатам обследования);
- 2) Из формулы (3) получим при заданной величине c значение a ;
- 3) Из формулы (2) находим величину α и их сравниваем;
- 4) Повторяем при новом значении c .

Расчет заканчивается при сходимости процесса по заданному техническому допуску.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-5.02-82-2010. Каменные и армокаменные конструкции
2. СНБ 5.03.01-02. Бетонные и железобетонные конструкции (Минск. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2003 г.)

УДК 539.374

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ
ПРИ СЛОЖНОМ НАГРУЖЕНИИ****И.С. СВИДУНОВИЧ, Е.И. ПАДАЛИЦКАЯ**
(Представлено: доц. А.Г. ЩЕРБО)

Напряженное состояние в точках элементов современных конструкций, воспринимающих внешние силовые воздействия, нередко оказывается таким, что напряжения превышают предел пропорциональности, т.е. деформации становятся упругопластическими. Существует также ряд технологических процессов, использующих пластическое деформирование как метод образования различных конструктивных форм. Достигается конечное напряженное состояние по траекториям различной геометрии, а история процесса упругопластического деформирования оказывает существенное влияние на конечный результат.

Для оценки прочностного состояния конструкции, определения условий ее нормальной эксплуатации или для определения режима технологического процесса необходимо выявить напряженно-деформированное состояние, т.е. найти зависимости между напряжениями и деформациями, возникающими в процессе деформирования. К настоящему времени определилось несколько основных направлений развития теории пластичности. Наиболее разработанной в настоящее время является теория упругопластических процессов. Для описания упругопластических процессов простого нагружения построены и обоснованы соотношения теории малых упругопластических деформаций, достоверно описывающих физические закономерности, проявляющиеся при простом нагружении.

Уравнения теории малых упругопластических деформаций относятся к произвольному закону упрочнения и используют опытную кривую напряжение – деформация. В рамках этой теории разработан метод упругих решений, который успешно применяется при решении многих задач. Однако при сложном нагружении теория малых упругопластических деформаций не учитывает специфические эффекты, что приводит к существенным погрешностям. В результате исследования процессов сложного нагружения, была создана общая математическая теория пластичности, удовлетворительно описывающая процессы данного класса. Значительный интерес при этом представляет граница упругих деформаций (поверхность текучести, упругая поверхность), т.е. граница перехода к деформациям упругопластическим.

Понятие поверхности текучести широко используется при построении моделей упругопластического деформирования в механике сплошных сред. При этом существенную роль играет как форма поверхности текучести, так и её смещение в зависимости от направления и величины сообщённой первоначальной упругопластической деформации. Так, в ряде работ поверхность текучести представлена в виде эллипса с центром, смещённым в направлении первоначального нагружения, в некоторых видах моделей упругопластического деформирования – в виде окружности. Между тем, положение и форма поверхности текучести имеют решающее значение при определении упругой и пластической составляющих деформации на путях нагружения, различным образом ориентированных в пространстве напряжений. Экспериментальному построению поверхности текучести посвящено значительное число работ, в которых приводится подробная методика получения точек поверхности. Сравнивая результаты описанных экспериментов, можно сделать вывод о подтверждении тенденции смещения поверхности в сторону точки нагружения, однако, теоретическая форма поверхности, особенно на тыльной границе, экспериментального подтверждения, как правило, не получает. Причинами этого авторы указанных работ считают, например, недостаточный полный учёт временных эффектов при определении точек поверхности текучести и ряд других. Однако в результате упругопластического деформирования претерпевают существенные изменения механические характеристики материала, что приводит к изменению соотношения упругой и пластической составляющих полной деформации и порождает ошибки.

Предлагаемая методика построения упругой поверхности по экспериментальным данным заключается в следующем. Трубчатый образец деформируется путём закручивания до некоторой интенсивности. Затем образец разгружается в заведомо упругую область и из этой точки-репера осуществляется путь нагружения, составляющий некоторый угол с первоначальным направлением. Из полной деформации, выделившийся на этом пути, вычитается упругая составляющая для получения остаточной деформации. Точка поверхности считается найденной, когда остаточная деформация достигает величины, равной принятому допуску. Нагружение повторяется на другом образце до той же первоначальной интенсивности с последующим нагружением по пути, составляющему другой угол с первоначальным направлением деформирования. Таким образом, каждая точка поверхности определяется на основании деформирования одного образца. Поверхность, полученная по изложенной методике, построена по 30 точкам

при допуске на пластическую деформацию 0,00025. Эта поверхность оказалась вогнутой на тыльной части и вектор приращения пластической деформации в точке, противоположной точке нагружения и ближайших к ней точках, будучи перпендикулярных к поверхности, должен иметь отрицательную составляющую вдоль оси растяжения, что не наблюдается. Указанное противоречие может быть объяснено ошибочным уменьшением упругой составляющей, если считать эту величину по первоначальному модулю упругости, не учитывая его изменение в процессе предварительного упругопластического деформирования. Изменение модуля G при первоначальном закручивании составляет 12-15%, а изменение модуля E до 10%. Если учесть эти изменения при определении соответствующих составляющих, указанный выше допуск на пластическую деформацию достигается на более длинных лучах повторного нагружения, и тыльная часть поверхности текучести хоть и остаётся смещённой к точке нагружения, уже не является вогнутой и располагается в отрицательной части оси сдвига на такую же величину, что и расстояние до тыльной точки, полученной по первоначальной методике, располагающейся в положительной части оси сдвига. Построенные при этом векторы приращения пластической деформации оказываются градиентальными к поверхности текучести с отклонениями порядка отклонений в других точках.

Таким образом, с учётом изменений модулей упругости построенная поверхность оказывается более точной, на что указывает градиентность векторов пластической деформации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильюшин А.А. Пластичность. –М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 271 с.
2. Шишмарёв О.А. Образ процесса нагружения для двухзвенных ломаных с углом излома более 90° /Шишмарёв О.А., Щербо А.Г. // Из-во АН СССР. Сер. Механика твёрдого тела. 1982. – Ч.5. – 185–189 с.
3. Shishmarev O.A. Variation of elastic constants of metal during plastic deformation. /Shishmarev O.A., Shcherbo A.G. // Arch. Mech. – Warszawa, 1990. – 42,1. – P. 43–52.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 699.844

АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**А.С. САЧИВКО, И.Р. ПАНИН**
(Представлено: Е.С. БОРОВКОВА)

В данной работе исследуются акустические свойства однослойных и двухслойных образцов строительных материалов. Приведен сравнительный анализ звукоизолирующих и звукопоглощающих свойств применяемых образцов. В ходе эксперимента для определения звукопропускания строительных материалов и их комбинаций использовалась учебная акустическая камера, изготовленная ранее.

Введение. Акустика (от греч. akustikos – слушающий) – наука о звуке. Строительная акустика решает проблемы обеспечения нормального звукового режима в помещениях самого разного назначения. Главная задача современной строительной акустики – снижение уровня шумового загрязнения помещений. Шумами называют звуки, вызываемые различными причинами, но не несущие полезной информации. Шумы оказывают негативное воздействие на психическое и физическое состояние человека. Снижение уровня шумового загрязнения среды, в которой находится человек, – важная медико-биологическая и социальная задача. Допустимые уровни силы шумов в различных помещениях нормируются в СниПе [1].

Акустические материалы являются родственными по отношению к теплоизоляционным. И в том, и в другом случае необходима высокая пористость. Однако, в связи с тем, что природа воздействия теплового и звукового потока различна, характер оптимальной структуры также отличается. Акустические, в частности звукопоглощающие материалы, должны иметь открытую пористую структуру, способную поглощать звуковую энергию. Для усиления этого эффекта поверхность изделий дополнительно перфорируют или же придают ей рельефный характер.

В зависимости от источника звуковых волн материалы подразделяют на звукопоглощающие, препятствующие отражению и наложению шумового звука, и звукоизоляционные, исключающие прохождение и распространение ударного звука по строительным конструкциям [2]. По способу использования в конструкциях акустические материалы принято разделять на отделочные и прокладочные. Для создания наиболее комфортной среды с точки зрения акустики наиболее часто применяют комбинацию этих материалов, используя многослойные конструкции. Так «жесткие» материалы обеспечивают звукоизоляцию, а «мягкие» увеличивают звукопоглощение. Твердые материалы, как гипсоволокно, гипсокартон и кирпич препятствуют проникновению звука, а те звуковые волны, которые они не могут отразить, тонут в «мягких» волокнистых материалах: каменной вате, стекловолкне и др. [3]. Поэтому в нашей работе были изучены акустические характеристики как отдельных материалов, так и в комбинации.

Цель данной работы заключалась в определении опытным путем звукоизолирующих и звукопоглощающих свойств однослойных и многослойных образцов. Измерения проводились в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 100–8000 Гц, в соответствии ТКП 45-2.04-154-2009 [4]. Подготовленные образцы исследуемых материалов размерами 40x45x с разной толщиной поочередно помещались в акустическую камеру. Сущность метода заключалась в последовательном измерении уровня звукового давления в пустой акустической камере и в камере с различными образцами с помощью звукопроизводящего и принимающего оборудования (комплект EinsteinLabMate) и определении значения звукопрохождения и звукоотражения звуковых волн с последующем сравнении выходных данных.

Ход работы. В исследовании применялась учебная акустическая камера [5] и образцы исследуемых материалов. Сперва измерялось звукопрохождение в пустой камере, потом с помещением в камеру исследуемых материалов и рассчитывались коэффициенты звукопрохождения, звукопоглощения и звукоотражения. Поглощение звука зависит от частоты и на практике выражается коэффициентом звукопоглощения:

$$\alpha = \frac{\text{неотраженная звуковая энергия}}{\text{падающая звуковая энергия}}.$$

Нами были исследованы однослойные образцы: гипсокартон, арболит [6], армстронг, а также комбинированные двухслойные образцы: гипсокартон и экотерм, гипсокартон и пенопласт.

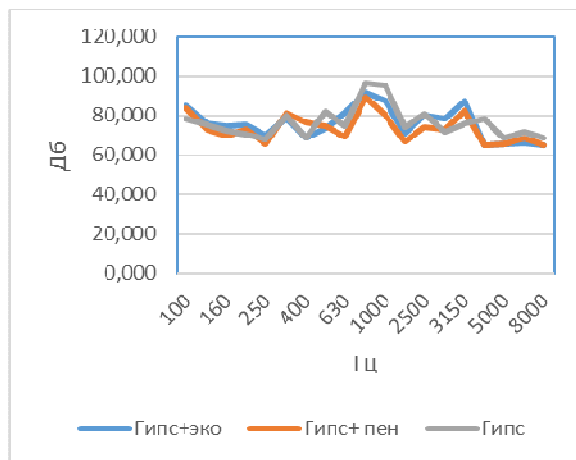


Рисунок 1. – Сравнительная диаграмма материалов на звукопрохождение

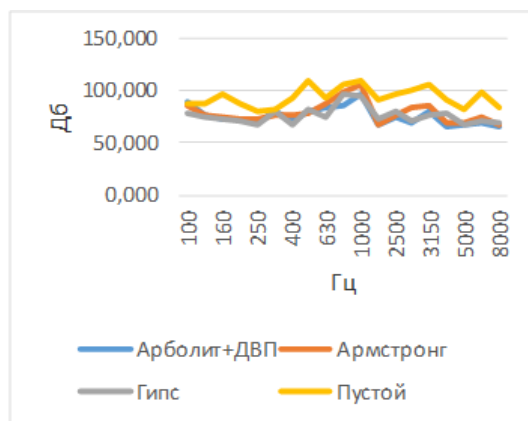


Рисунок 2. – Сравнительная диаграмма материалов на звукопрохождение

Анализ приведенных выше графиков показал снижение уровня шума в среднем на 18,34 дБ для арболита с ДВП, на 14,61 дБ для армстронга, на 17,63 дБ для гипса, на 18,14 для гипсокартона и экотерма, на 20,38 дБ для гипсокартона и пенопласта в сравнении с исходными данными.

Таблица №1. – Результаты измерений акустических свойств материалов.

	Армстронг, %	Арболит, %	Гипсокартон, %	Гипсокартон +экотерм, %	Гипсокартон +пенопласт, %
Среднее значение звукопоглощения	12.0	15.0	15.4	15.9	19.1
Среднее значение звукоотражения	3.990	4.202	3.763	3.1	2.746
Среднее значение звукопрохождения	84.6	80.8	81.5	81	78.7

Заключение. По результатам проведенных опытов сравнительный анализ звукоизолирующей и звукопоглощающей способностей перегородок показал, что комбинированный двухслойный образец (гипсокартонный лист и пенопласт) обладает наилучшими акустическими свойствами. Таким образом

эту комбинацию можно использовать для отделки стен, где очень важна хорошая акустика таких как кинотеатр и тому подобные.

ЛИТЕРАТУРА

1. "Строй-сервер.ру". - информационная система по ремонту и строительству. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stroy-server.ru/notes/akusticheskie-materialy>. Дата доступа – 15.09.2019.
2. Киреева Ю.И., Лазаренко О.В. Строительные материалы. Учеб. пособие. Новополоцк: ПГУ, 2004. – 376 с.
3. Витковский, Г.О. Акустика помещений и акустические свойства строительных материалов / Г.О. Витковский, М.С. Буринский // Актуальные проблемы технологии бетона и строительных материалов : материалы 68-й студенческой научно-технической конференции, 3 мая 2012 г. / Белорусский национальный технический университет ; ред. Э.И. Батяновский, М.Г. Бортницкая. – Минск : БНТУ, 2012. – 14–16 с.
4. Хлебкович Е.А., Шуранов ТКП 45-2.04-154-2009 Защита от шума. Строительные нормы проектирования.
5. Хлебкович Е.А., Шуранов Д.А., Боровкова Е.С., Русецкий И.С. Измерение звукоизолирующих свойств листовых материалов с помощью акустической камеры/ Сборник научных работ студентов республики Беларусь «НИРС – 2017» - Минск, изд.центр БГУ 2018. – 146–147 с.
6. Ягубкин, А. Н., Бозылев, В. В. Анализ изготовления блоков из модифицированного арболита в условиях опытного производства / Ягубкин, А. Н., Бозылев, В. В. // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2015. – № 16. – 166–69 с.

УДК 699.844

ИЗУЧЕНИЕ МИКРО- И МАКРОСТРУКТУР АКУСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

А.С. САЧИВКО, И.Р. ПАНИН

(Представлено: канд. физ.-мат. наук, доц. С.А. ВАБИЩЕВИЧ)

В данной работе с помощью имеющегося микроскопа Axiovert 10 изучены, сфотографированы видимые структуры таких теплоизоляционно-акустических материалов, как поролон, экотерм, газосиликатный блок. Проведен анализ структуры материалов, а также физическое объяснение распространения звуковых волн в строительных материалах различной структуры.

Современный мир имеет высокую акустическую зашумленность, которая негативно влияет как на работоспособность человека, так и на его эмоциональное состояние. Поэтому будущий инженер-строитель должен учитывать не только механические и теплоизоляционные свойства материалов, но и их акустические характеристики.

При падении звуковой волны на ограждающую поверхность часть звуковой энергии отражается, часть поглощается материалом, а часть проходит через ограждающую конструкцию. Материалы и изделия, способные уменьшать энергию звуковых волн и снижать уровень громкости внутреннего или внешнего звука называют *акустическими* [1]. Придание им звукоизолирующих свойств основывается на трех основных физических явлениях: отражении воздушных звуковых волн от поверхности ограждения, поглощении звуковых волн материалом ограждения и гашении ударного или воздушного шума за счет деформации элементов конструкции и материалов, из которых она изготовлена. При этом физическая сущность их состоит в том, что падающая на них энергия звуковой волны отражается в значительно большей степени, чем проходит через них [2].

Классификация акустических материалов построена на принципе функционального назначения этих материалов. По этому принципу они подразделяются на [1]:

- *звукопоглощающие*, предназначенные для применения в конструкциях звукопоглощающих облицовок внутренних помещений и для отдельных звукопоглотителей для снижения звукового давления в помещениях производственных и общественных зданий;
- *звукоизолирующие*, применяющиеся в качестве прокладок (прослоек) в многослойных ограждающих конструкциях для улучшения изоляции ограждений от ударного и воздушного звуков;
- *вибропоглощающие*, предназначенные для ослабления изгибных колебаний, распространяющихся по жестким конструкциям (преимущественно тонким) для снижения излучаемого ими звука.

Способность материалов поглощать звуки в основном обусловлена их пористой структурой и наличием большого количества сообщающихся открытых пор со стороны падения звука. Максимальный диаметр пор не должен превышать 2 мм, а общая пористость составлять не менее 75% [3]. Это вызвано тем, что при прохождении звуковой волны через толщу материала она приводит воздух, заключенный в его порах, в колебательное движение. Мелкие поры при этом создают большее сопротивление потоку воздуха, чем крупные. Движение воздуха в них тормозится, и в результате трения часть механической энергии превращается в тепловую. Чем выше открытая пористость изолирующей поверхности, тем выше звукопоглощение.

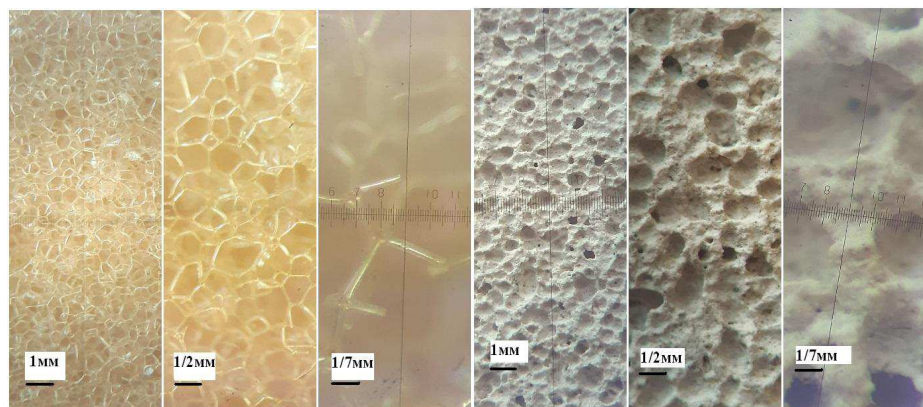


Рисунок 1 – Изображения структуры материалов при различном увеличении поролона (слева) и газосиликатного блока (справа)

Акустические материалы схожи по своей структуре с теплоизоляционными материалами. И тем и другим материалам необходима высокая пористость (рис. 1). Однако в связи с тем, что природа воздействия теплового и звукового потока различна, характер оптимальной структуры у них отличается. Так, наиболее эффективными теплоизоляционными материалами являются те, которые обладают замкнутой мелкопористой структурой, исключая конвекцию воздуха. Акустические, в частности, звукопоглощающие, материалы должны иметь открытую пористую структуру, способную поглощать звуковую энергию [3].

Звукопоглощающие материалы могут иметь волокнистое, зернистое или ячеистое строение и обладать различной степенью жесткости (мягкие, полужесткие, жесткие или твердые). На звукопоглощающие свойства материалов оказывает влияние также их упругость. В изделиях с гибким деформирующимся каркасом имеют место дополнительные потери звуковой энергии вследствие активного сопротивления материала вынужденным колебаниям под действием падающих звуковых волн [4].

На сегодняшний день самые универсальные звукоизоляционные материалы являются материалы на основе природного сырья, например изделия на основе каменной (базальтовой) ваты. Благодаря своей специфической структуре они обладают очень хорошими звукоизолирующими способностями. При падении звуковых волн на материал, его хаотично направленные тончайшие волокна при трении друг с другом превращают энергию звуковых колебаний в тепловую. На рисунке 2 приведена микроструктура экотерма, который изготовлен из льна и обладает как отличными теплоизоляционными, так и звукоизоляционными характеристиками.

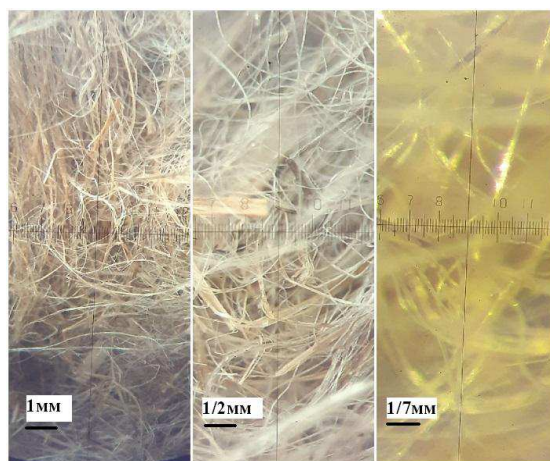


Рисунок 2 – Изображения структуры экотерма при различном увеличении

Заключение. Рассмотренные под микроскопом поверхности акустических материалов демонстрируют потенциальные возможности звукопоглощения и звукоизоляции. Пористые и волокнистые материалы имеют больше шансов поглотить звук по сравнению с закрытоячеистыми структурами. Когда материалы с закрытоячеистыми структурами больше подходят для целей звукоизоляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блази В. Справочник проектировщика. Строительная физика / Блази В – Москва, Техносфера, 2005 – 536 с.
2. Сергейчук О.В. Строительная физика. Акустика/ Сергейчук О.В. Учебное пособие. Киев – 1992. – 120 с.
3. Пылев, А.Я. Архитектурно-дизайнерские материалы и изделия. Ч. 2. Материалы и изделия архитектурной среды [Электронный ресурс]: учебник / А.Я. Пылев, Т.Л. Пылева. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2018. – 360 с.
4. Гусев Н.М., Климов П.П. Строительная физика. Учебное пособие для студентов архитектурно-строительных вузов и факультетов, Москва – 1965г., 230 с.

УДК 69.059.4

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА НЕДВИЖИМОСТИ ПО КОНСТРУКТИВНОМУ РЕШЕНИЮ ЗДАНИЙ

М.С. КОРШУНОВА

(Представлено: канд. экон. наук, доц. Г.Н. СЕРЯКОВ)

В статье представлены результаты анализа рынка недвижимости г. Минска и областных центров Беларуси, а также Москвы и Московской области. Выявлены конструктивные решения зданий, которые обладают наибольшей популярностью у застройщиков и потребителей. В ходе исследования отмечены факторы, влияющие на потребительскую привлекательность современных объектов недвижимости. Внедрение новых решений зависит от развитости строительного комплекса в регионе, а также от приближенности к наиболее развитому городу в нашей стране – Минску.

В ходе исследовательской работы в рамках магистерской диссертации была проанализирована ситуация на рынке новостроек областных центров Республики Беларусь, а так же г. Москва и Московской области с целью выявления динамики изменения конструктивных решений зданий в современных условиях. Анализ для города Минска произведён два раза через определенный период времени – по состоянию на 17 сентября 2018 года и 17 апреля 2019 года, для выявления устойчивых закономерностей. По состоянию на 17 сентября 2018 года в каталоге «Новостройки» на сайте Realt.by [1] (на основе общегородской базы агентств недвижимости «Недвижимость 3.0») присутствовали 83 предложения от застройщиков г. Минска, на 17 апреля 2019 года – 75. Проанализировав каждое предложение по типу дома, получаем статистику, представленную на рисунке 1.

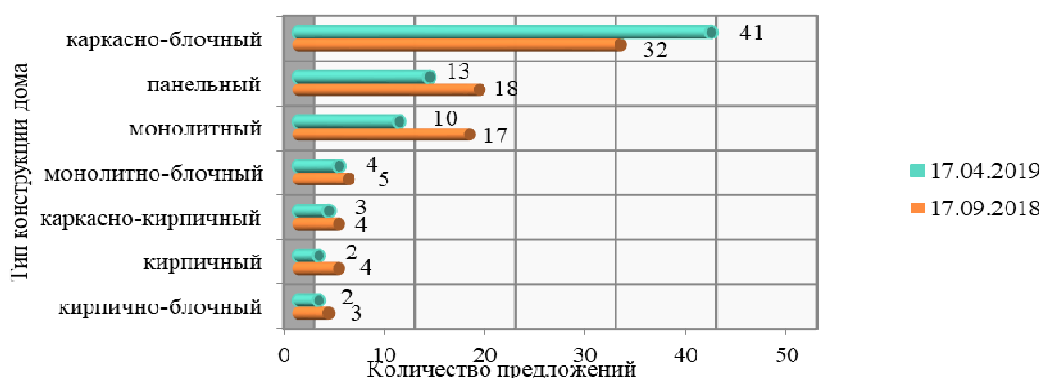


Рисунок 1. – Статистика по г. Минску, конструктивные решения новостроек

Наиболее популярное конструктивное решение современных новостроек – каркасно-блочное. Следует заметить, что тип дома «панельный» используется в программе «Доступное жильё», а также при застройке Новой Боровой девелоперской компанией Минска «А-100 девелопмент». Востребованность последних на рынке недвижимости заключается в нестандартном подходе к управлению недвижимостью и наличием преимуществ, перечисленных ниже. Такие типы, как «каркасно-кирпичный, кирпично-блочный и кирпичный» используются в малоэтажной жилой застройке. Анализ новостроек по областным городам Республики Беларусь (по состоянию на 17.09.2018) года представлен в таблице 1.

Таблица №1. Статистика по областным городам Республики Беларусь

Областной город	Анализ новостроек
г. Витебск	Монолитный – 1, Кирпичный – 6
г. Гродно	Монолитно-блочный – 1, Панельный – 5, Каркасно-блочный – 5
г. Гомель	Каркасно-блочный – 1, монолитный – 1, кирпично-блочный – 2
г. Могилёв	Монолитный – 1, каркасно-блочный – 2, панельный – 3, кирпичный – 7

Произведён анализ по базе новостроек г. Москва и Московской области [2]. На 21.09.2018 на сайте было представлено 1993 новостройки (жилых комплексов), 83663 квартиры и 1245 организаций-застройщиков.

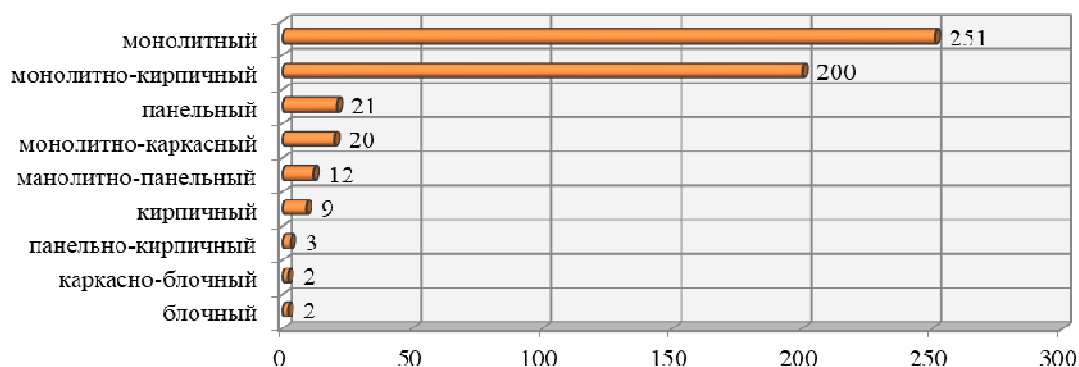


Рисунок 2. – Статистика по г. Москва

Проанализированы 520 жилых комплексов по конструктивному типу здания, основному конструктивному решению.

Отмечены так же следующие тенденции, которые встречаются практически во всех предложениях по Республике Беларусь и г. Москва, и поднимают уровень востребованности домов на рынке новостроек:

- подземный/надземный паркинг;
- эксплуатируемая кровля;
- свободная планировка;
- перепад этажности;
- панорамное остекление;
- увеличение площади остекления;
- архитектурное освещение;
- наличие каминных дымоходов под настоящие камины.

Данный перечень признаков характерен так же и для рынка новостроек г. Минска.

В результате исследования можно сделать вывод, что наибольшей популярностью в современном строительстве пользуются следующие конструктивные решения зданий: каркасно-блочные, монолитные, монолитно-блочные, монолитно-кирпичные. Панельные решения используются для категории «доступного» жилья.

Внедрение новых решений зависит от развитости строительного комплекса в регионе, а так же приближенности к наиболее развитому городу в нашей стране – Минску.

Анализ конструктивных решений нововведенных зданий жилого и производственного назначения подтверждает изменение решений в пользу наиболее современных и востребованных на рынке недвижимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. База недвижимости // Realt.by [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://realt.by/>. – Дата доступа: 11.11.2018.
2. База новостроек от застройщиков Москва и Подмосковья // Новострой – М [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.novostroy-m.ru/baza>. – Дата доступа: 25.02.2019.

УДК 691.3

**ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ДОБАВОК И РЕЖИМОВ ТВЕРДЕНИЯ
НА ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ****А.В. ЛАСТОВСКАЯ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЕНОВА)*

В статье представлены результаты исследований прочности цемент-полимерной композиции с полимерными добавками на основе винилацетата-сополимер этилена и акрила. Показано, что вид полимерной добавки и режимы твердения оказывают влияние на прочность цементного камня. Установлена эффективность цемент-полимерной композиции на основе портландцемента ОАО “Белорусский цементный завод” ЦЕМ I,42,5Н и полимерной добавки DLP2141 на основе винилацетата-сополимер этилена при твердении в воздушно-сухих условиях с кратковременным подъемом температуры до 60 °С.

Полимерные материалы, благодаря своим свойствам, находят широкое применение в строительстве: в виде добавок в бетонную или растворную смесь, в качестве дополнительного вяжущего компонента, для пропитки бетонных и железобетонных изделий, для производства сухих строительных смесей. В последнее время значительно увеличился объем применения полимеров в качестве добавок в цементные бетоны и растворы. На строительном рынке широко представлены полимерные добавки, это водорастворимые смолы, латексы и поливинилацетаты. Практика показывает, что влияние полимерных добавок на свойства цемент-полимерных композиций зависит от ряда факторов, в том числе от условий твердения и характеристик цемента, поскольку для твердения минеральной и полимерной матрицы нужны разные условия [1-2]. В связи с этим изучение влияния полимерных добавок на основе винилацетата-сополимер этилена и акрила, торговой марки DowChemicalCompany, на прочность цементного камня на основе цемента ОАО “Белорусский цементный завод” представляет практический интерес.

Для проведения исследований применялся портландцемент ОАО “Белорусский цементный завод” ЦЕМ I,42,5Н, удовлетворяющий требованиям СТБ EN197-1-2015[3]. Показатели физико-механических характеристик цемента: плотность – 3200 кг/м³; НГЦТ – 25%; активность – 45 МПа.

В качестве добавок использовались полимерная добавка на основе акрила PrimalSM330 и полимерные добавки на основе винилацетата-сополимер этилена DLP2141 и DLP2000. Полимерная добавка Primal SM330 представляет собой молочную, белую жидкость, удельная плотность 1,06 г/см³, сухой остаток 46,5-47,5%, pH – 9,5-10,5, $t_{\text{пленокобр.}}=10$ °С. Полимерная добавка DLP2141 – белый сыпучий порошок на основе винилацетата-сополимер этилена, остаточная влажность макс. 2%, объемная плотность 0,400-0,550 г/мл, зольность 10-14%, pH – 7,5, $t_{\text{пленокобр.}}=3$ °С. DLP2000 представляет собой белый сыпучий порошок на основе винилацетата-сополимер этилена, остаточная влажность макс. 2 %, объемная плотность 0,375-0,525 г/мл, зольность 10-14%, pH – 6, $t_{\text{пленокобр.}}=3$ °С.

Дозировка полимерных добавок принята в количестве 3% от массы цемента по сухому веществу [4]. Ранее проведенные исследования показали, что при дозировке добавок PrimalSM330, DLP2141 и DLP2000 в количестве 3% от массы цемента по сухому веществу не происходит снижение прочности в возрасте 7 суток по сравнению с контрольным образцом без добавок.

Для определения прочности цементного камня изготавливались образцы-кубики 20×20×20мм. Все составы были приготовлены с одинаковым водоцементным отношением В/Ц = 0,5. После формования образцы твердели по двум режимам: первый режим (I) – в течении 7 суток воздушно-сухие условия при температуре $t = 18-20$ °С, влажности 60%; второй режим (II) – 24 часа воздушно-сухие условия при температуре $t = 18-20$ °С, влажности 60%, далее в течении 2-х часов температурная обработка при температуре $t = 60$ °С в камере SNOL 120/300 и последующее твердение в течение 6 суток в воздушно-сухих условиях при температуре $t = 18-20$ °С, влажности 60%. Перед испытаниями образцы взвешивали и определяли их геометрические характеристики. Прочность образцов определялась в возрасте 7 суток на прессе ПГМ-500МГ4А в соответствии с ГОСТ 310.4-81 [5].

Результаты исследования прочности цементного камня с полимерными добавками PrimalSM330, DLP2141 и DLP2000 при разных режимах твердения представлены в таблице 1.

Исследование показало, что при обоих режимах твердения происходит значительное снижение прочности цементного камня с полимерной добавкой на основе акрила Primal SM330. Так, в возрасте 7 суток при твердении в воздушно-сухих условиях (режим I) прочность снизилась на 45%, а при дополнительной температурной обработке в течение 2-х часов при 60 °С (режим II) на 59,3%. К 28 суткам прочность не достигла контрольных значений и составляла 70,9% и 79,2% от прочности на сжатие контрольного образца. Следует также отметить снижение значений плотности цементного камня, что объясняется воздухововлекающей способностью добавки. Отмечается [6], что снижение прочности может происходить вследствие значительной адсорбции частиц полимера на поверхности частиц гидратирующегося цемента, что в дальнейшем препятствует процессу гидратации цемента.

Таблица №1. Прочность цементного камня с полимерными добавками при разных режимах твердения

Наименование полимерных добавок	Прочность на сжатие R _{сж} , МПа (% от R ^{контр}) в возрасте 7 и 28 суток, при режимах твердения				Плотность, кг/м ³ , при режимах твердения			
	I		II		I		II	
	7суток	28суток	7суток	28суток	7суток	28суток	7суток	28суток
Контрольный образец (без добавок)	26,6 (100)	27,8 (100)	24,96 (100)	28,6 (100)	1715,2	1590,42	1670,3	1638,13
Primal SM 330 (на основе акрила)	14,62 (55,0)	22,02 (79,2)	14,81 (40,7)	20,3 (70,9)	1517,4	1415,83	1577,7	1642,98
DLP2141 (на основе винилацетата-сополимер этилена)	28,26 (106,2)	28,13 (101,18)	34,59 (138,6)	39,7 (138,8)	1702,8	1497,1	1804,2	1902,19
DLP2000 (на основе винилацетата-сополимер этилена)	27,57 (103,6)	29,7 (106,8)	21,3 (85,3)	32,42 (113,4)	1684,4	1508,13	1700,2	1756,8

Исследуемые режимы твердения оказали положительное влияние на набор прочности цементного камня с полимерной добавкой DLP2141. Оба режима твердения обеспечили увеличение прочности на сжатие по сравнению с контрольным бездобавочным образцом. При твердении в воздушно-сухих условиях (режим I) прочность на сжатие в возрасте 7 суток увеличилась на 6,2%, при дополнительной температурной обработке в течение 2-х часов при 60 °С (режим II) на 38,6%. Полимерная добавка DLP2141 не замедляет процесс гидратации цемента, а выдерживание образцов в течение 2-х часов при температуре 60 °С способствует более активному пленкообразованию и глубокому проникновению полимерной матрицы в матрицу минерального вяжущего, что подтверждается увеличением плотности образцов.

Воздушно-сухие условия твердения (режим I) не оказали существенного влияния на прочность цементного камня с полимерной добавкой DLP2000, в возрасте 7 суток прочность на сжатие составила 103,6 %. Обработка температурой 60 °С после суток твердения в воздушно-сухих условиях привела к снижению прочности на 14,7%. Данный факт можно объяснить тем, что к моменту пленкообразования цементная матрица не обладала достаточной прочностью, в результате проникновение полимерной матрицы привело к появлению дефектов структуры.

Таким образом, применение полимерной добавки PrimalSM330 в составе цемент-полимерных композиций на основе портландцемента ОАО “Белорусский цементный завод” ЦЕМ I,42,5Н приводит к снижению прочности цементного камня. Увеличение прочности обеспечивает применение полимерной добавки DLP2141 на основе винилацетата-сополимер этилена при твердении цемент-полимерной композиции в воздушно-сухих условиях с кратковременным подъемом температуры до 60 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ружицкая А.В., Потапова Е.Н. Влияние условий твердения и характеристик редиспергируемых полимерных порошков на свойства цемент-полимерных композиций/ А.В. Ружинская, Е.Н. Потапова// Успехи в химии и химической технологии. Том XXIII, 2009. – №7(100) – 36 с.
2. Несветаев Г.В., Малютин Т.А. Влияние добавок - модификаторов на процессы гидратации портландцемента // Строительство - 2003. Материалы межд. конф. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2003. – 17 с.
3. СТБ EN 197-1-2015 Состав, технические требования и критерии соответствия общестроительных цементов, 2015.
4. Lastouskaya A. The influence of polymer additives on the strength of cement stone / L. Parfionava, A. Lastouskaya // European and national dimension in research. – 2019. – Part 3. Technology – 129–131 с.
5. ГОСТ 310.4-81 Цементы. Методы определения пердела прочности при изгибе и сжатии, 2003.
6. Тараканов О.В., Калашников В.И. Перспективы применения комплексных добавок в бетонах нового поколения/ О.В. Тараканов, В.И. Калашников// Строительные материалы и изделия. Известник КГАСУ, 2017.–№1 – 39 с.

УДК 69.059.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ СТАРОГО ЖИЛОГО ФОНДА Г. ПОЛОЦКА

М.С. КОРШУНОВА

(Представлено: канд. эк. наук, доц. Г.Н. СЕРЯКОВ)

В статье представлены результаты исследования зданий г. Полоцка с большим сроком службы. Сделаны выводы о нецелесообразности эксплуатации зданий с большим сроком службы, т.к. такие здания не выдерживают современных требований потребителей. Стоимость модернизации таких объектов недвижимости может превышать стоимость строительства зданий с использованием современных технологий.

В ходе исследовательской работы в рамках магистерской диссертации было проведено исследование зданий с большим сроком службы для анализа их фактического состояния, как физического, так и экономического. Данные для исследования были предоставлены РУП «Витебское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру», Полоцкий филиал (таблица 1).

Таблица №1. Данные по зданиям, г. Полоцк

Улица	Дом	Год постройки	Срок эксплуатации
1	2	3	4
Юбилейная	17	1959	60
Нижне-Покровская	20	1889	130
	3	1946	73
	9	1915	104
	5	1947	72
	7	1932	87
3 пер. Горького	8	1900	119
Войково	15	1933	86
Кондратенко	81	1939	80
	85	1939	80
	86	1955	64
	91	1949	70
	66	1933	86
	67	1920	99
	87	1949	70
	25	1946	73
Е. Полоцкой	40	1920	99
	41	1915	104
	42	1947	72
	43	1947	72
	44	1945	74
	49	1895	124
	50	1905	114
	52	1926	93
	54	1926	93
	59	1905	114
61	1930	89	
63	1920	99	

В рамках исследования данных зданий были сделаны следующие выводы:

- 1) большинство зданий с большим сроком службы относится к исторической ценности города;
- 2) часть зданий имеет износ около 70%;
- 3) некоторые здания обшиты, что не позволяет сделать вывод об их физическом состоянии;
- 4) остальная часть зданий по данным адресам перестроена, без государственной регистрации соответствующих действий.

Здание по ул. Нижне-Покровская, д. 20 (рис. 1–2) со сроком эксплуатации 130 лет относится к исторической ценности города.



Рисунок 1. – Фото центрального фасада здания



Рисунок 2. – Знак исторической ценности

Здание по ул. Нижне-Покровская, д. 9 (рис. 3–4), со сроком службы 104 года продаётся на протяжении нескольких лет, но безрезультатно. Рассматривая ситуацию с данным объектом недвижимости и его положением на рынке, можно сделать вывод о том, что здание в таком состоянии не привлекает покупателей и инвесторов. Преимуществом данного объекта является его местоположение, в исторической части города, вблизи р. Западная Двина и Софийского собора. В таких случаях здание на рынке недвижимости, в стоимости данного объекта большую часть будет играть стоимость его местоположения, а так же стоимость, определённая затратным методом.



Рисунок 3. – Фасад здания



Рисунок 4. – Центральный фасад здания

Так же необходимо обратить внимание на тот факт, что в УП «Агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» отражена последняя регистрация по данным объектам. Вероятно, что некоторые пользователи не регистрировали те или иные действия строительного характера в установленном порядке, поэтому можно увидеть реконструированные или полностью перестроенные здания без соответствующего подтверждения законодательно.

- Обследование зданий и исследования позволяют сделать следующие выводы:
- физические характеристики материалов позволяют простоять зданию до нормативного срока службы в 100 лет;
- такие здания не выдерживают современных требований к планировке, комфорту проживания, которые предъявляют потребители;
- стоимость модернизации старых зданий может превышать стоимость строительства новых зданий с применением современных технологий;
- учёт фактора, приведённого выше, а так же учёт стоимости эксплуатации недвижимого имущества ставит под сомнение целесообразность эксплуатации зданий с таким сроком службы.

УДК 666.975.105

**ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА
В ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ СРЕДАХ****И.Ч. ИЛЬМУРАДОВ, Ш.А. МАТНИЯЗОВ***(Представлено: канд. тех. наук, доц. Д.Н. ШАБАНОВ, А.Н. ЯГУБКИН)*

В статье рассматриваются вопросы улучшения эксплуатационных характеристик бетона путем добавления суперпластификатора (СП) и комплексных добавок в структуру цементного камня. Влияние СП и комплексных добавок, таких как кремнеорганические соединения, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) и гидрофобизатор (ГКЖ) на структуру цементного камня, а также на коррозионную стойкость.

Введение. Созданию и исследованию комплексных добавок, улучшающих коррозионную стойкость бетонов, предшествовали работы связанные с защитой железобетонных конструкций на п/о «Беларуськалий».

Агрессивными средами в цехах, названного выше предприятия, являются водные растворы солей хлоридов и сульфидные растворы солей хлоридов и сульфатов калия, натрия и магния. Температура агрессивных сред в некоторых местах участках свыше 50 °С.

Нестойкость железобетонных ограждающих конструкций эстакад трубопроводов и других сооружений связано с высокой влажностью газовых сред, достигающих 75% при наличии аэрозоле а также содержанием хлористого водорода (до 1,5 мг/м³), аминов (до 0,3 мг/м³), сернистого газа (до 3 мг/м³), а также с попеременным замораживанием и оттаиванием бетона насыщенного солями в зимний период.

В качестве основных добавок улучшающих коррозионную стойкость бетонов были использованы

а) кремнеорганические;

б) на основе легкорастворимых клеевых соединений (КМЦ).

Применение добавок, полученных из тяжелых смол пиролиза путем сульфирования делает возможные решение наиболее эффективных путем повышения стойкости бетонных и железобетонных конструкций к воздействию окружающей среды меру управления структурой бетона в период ее формирования, наряду с добавками перечисленными выше.

Получение суперпластификаторов из отходов нефтехимической промышленности, на лабораторных установках, было выполнено в ПГУ.

Обе эти добавки, улучшающие основные физико-механические свойства бетонных смесей в конечном итоге ведут и к улучшению эксплуатационных свойств бетонов, работающих в агрессивных солевых средах. Исследования проводились на мелкозернистом бетоне состава 1:3. Использовался порландцемент ПЦ500ДО и песок $M_{кр} - 2,1$. Исследуемые составы предполагаются использовать для восстановления разрушившегося от коррозии защитного слоя бетона. Испытания балочек 40X40X160 проводились согласно ГОСТ 310.4-8 по определению предела прочности на изгиб и на сжатие, а также на коррозионную стойкость по существующим методикам. В количественном отношении добавки от веса цемента составляли (в % кремнеорганические – 0,2%, легкорастворимых клеевых соединений 0,5 – 1,0%, СП 0,3 – 1,0%)

Все добавки вводились вместе со средой затворения после приготовления сухих цементно-песчаных смесей условия хранения образцов – нормальновлажностные.

Результаты испытаний показали, что применение суперпластификаторов делает возможным уменьшение среды затворения и получения:

а) в сочетании с добавками на основе легкорастворимых клеевых соединений по отношению к образцам изготовленным только с одной добавкой прирост соответственно прочности

на сжатие в 1,1 раза

на изгиб в 0,8 раза;

б) в сочетании с кремнеорганическими добавками по отношению опять же к образцам изготовленным только с одной кремнеорганической добавкой прирост прочности соответственно

на сжатие в 1,7 раза

на изгиб в 1,4 раза.

В случае достижения максимальной подвижности сохраняется и прирост прочности:

а) на 40%;

б) на 60%.

От прочности образцов, в которых использована только одна добавка: либо КМЦ или кремнеорганическая.

При определении коррозионной стойкости образцы помещались в раствор $CaCl_2$ концентрации 30 гр соли на 100 мл воды при температуре среды 50 °С. Промежуточные испытания образцов проводились через 7 суток. Результаты испытаний показали, что после взвешивания потеря массы всех образцов не превысила 3%, потеря прочности для образцов с добавкой легкорастворимых клеевых соединений и для

образцов с кремнеорганической добавкой, а также для образцов с комплексными добавками соответственно составили в первом случае – 5%, во втором – 2%.

При этом так – же исключается или значительно снижается капиллярный подсос жидкости в бетон.

Кремнеорганические добавки могут быть использованы в бетонах нормального твердения и подвергающихся гидротермальной обработке, применяемых при изготовлении обычных и предварительно напряженных железобетонных конструкций для гражданского, промышленного и других видов строительства.

Проведем анализ всех цементно–песчаных растворов с использованием добавок при разных условиях твердения.

Работы проводились в соответствии с требованиями защиты металлических ферм от коррозии.

Из литературных данных известно применение добавок КМЦ и ГКЖ-10 как добавки увеличивающие коррозионную стойкость мелкозернистых бетонов.

Произведем наблюдения и зафиксируем изменение раствора в зависимости от состава раствора и количества добавки. Исходя из технических требований на такой раствор не представляло возможности нанести на трубу, так как был сухой.

Для того чтобы раствор приобрел удобную наносимость, нами было применена добавка СП, которая улучшает состояние цементно – песчаного раствора. При увеличении водоцементного отношения мы увеличиваем вес раствора и вследствие чего увеличивается адгезия. Введение добавки СП дало нам уменьшение вибрации и увеличился расплыв конуса.

Воспользуемся данными, которые были получены нами. Первый состав контрольный. Мы взяли 500 г цемента, песка – 1500 г фракции, и по расплыву конуса (105<107<110) определили нужное количество воды (275 г) После замеса раствор поместили в форму и привибрировали.

Второй состав – состав в котором мы применили добавку КМЦ – 0,5% отвеса цемента из 1% от веса цемента. КМЦ растворили в воде так, чтобы полученная эмульсия не превышала 275г. Эмульсия – клейкая жидкость. После перемешивания раствор оказался сухой. На встряхивающемся столике конус расплылся на 101 мм, а верхняя часть конуса при этом разрушилась.

Раствор поместили в форму и привибрировали на виброплощадке (В.В. = 3,45 мин) до появления цементного молока.

При 1% конус остался неизменным 100 мм, почти весь разрушился после 30 ударов на встряхивающемся столике.

Раствор поместили в формы и в течении 3 минут вибрировали на виброплощадке до появления цементного молока.

Третий состав – состав в котором была применена добавка ГКЖ – 205 мл ГКЖ растворили в воде. С введением добавки в воду никаких зрительных изменений не произошло за исключением изменения цвета, под цвет добавки (светло-коричневый). После перемешивания раствор поместили на встряхивающую площадку. Раствор увеличил свою подвижность, что и видно из расплыва конуса (107 мм). Затем раствор поместили в форму и привибрировали в течении 2,5 минуты.

В четвертом составе мы решили скомбинировать (смешать добавки КМЦ и ГКЖ оставляя – В/Ц = const, В = 275 мл). После размешивания раствор поместили на встряхивающий столик. После 30 ударов конус расплылся на 105 мм, что на 2 мм меньше третьего состава. Время вибрации (до появления цементного молока) составило 2,15 мин.

В пятом составе были смешены две добавки КМЦ – 0,5% СП – 5 мл.

Подвижность раствора увеличилась, что видно из расплыва конуса (107 мм) и время вибрации сократилось до 2 мин.

В шестом составе нами были использованы добавки ГКЖ – 2,5 мл и СП – 5 мл.

После перемешивания подвижность раствора уменьшилась, что и подтверждает расплыв конуса (104 мм). Время вибрации увеличилось до 2,3 мин.

В седьмом составе мы скомпоновали все три добавки ГКЖ – 2,5 мл, СП – 5 мл и КМЦ – 0,5% от веса цемента. Подвижность раствора еще более уменьшилась. Расплыв конуса составило (102 мм), а время вибрации составило 2,45 ±0,15 мин.

После замеса все семь составов были подвергнуты различным условиям твердения.

После распалубки балочки были помещены:

1. Замес твердения в нормально – влажных условиях.
2. Замес твердения в воздушно – сухих условиях.
3. Пропарка (8 часов) и твердения в нормально – влажностных условиях.

После семисуточного твердения по одной из балочек из каждого состава мы провели испытание на прочность и на изгиб. Результаты измерений помещены в таблице №1.

Таблица №1. – Твердение в нормально влажностных условиях

Изгиб кгс/см ²	15,1	21,7	15,6	32,8	28,8	20,9	38,8	25,9
Сжатие кгс/см ²	14,0	18,0	10,5	39,5	28,5	18,5	35,0	28,0

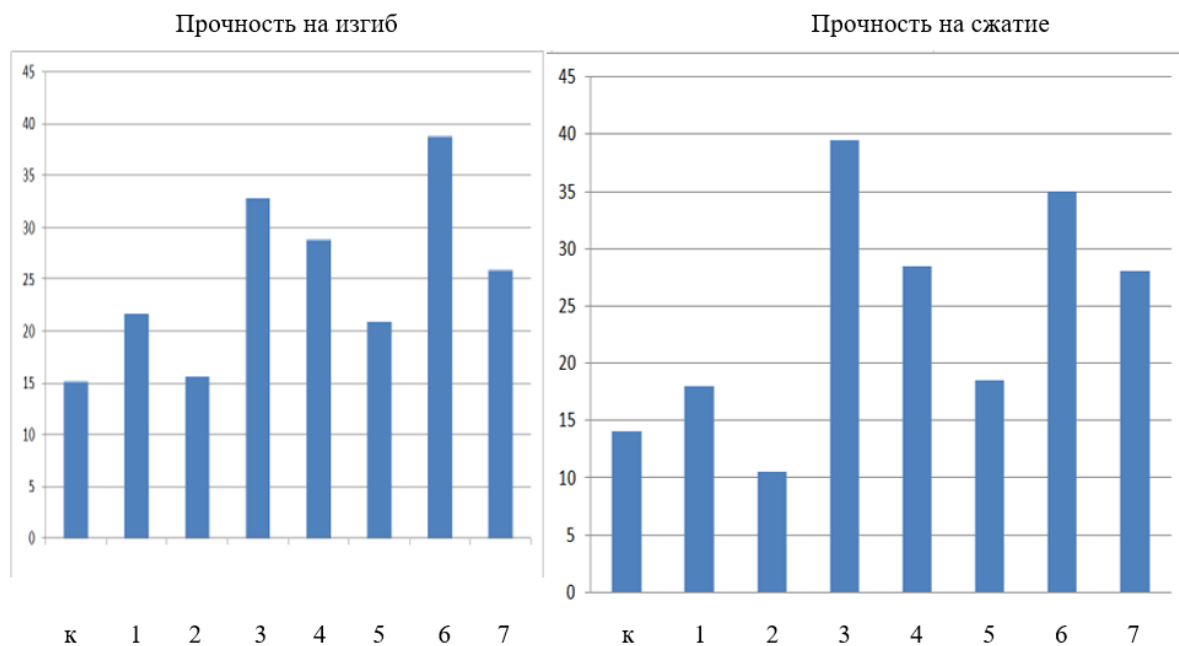


Таблица №2. – Твердение в воздушно-сухих условиях

Изгиб кгс/см ²	24,5	20,6	26,1	34,5	21,5	19,2	25,6	37,8
Сжатие кгс/см ²	19,5	13,5	9,5	19,5	13,5	11,0	11,5	18,5

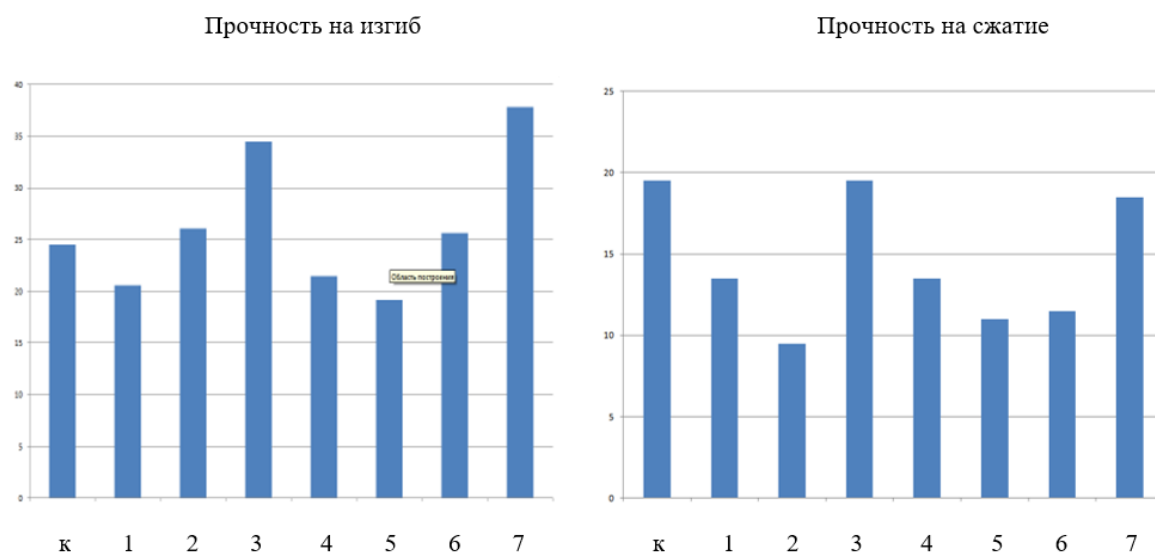


Таблица №3. – После пропарки и твердения в нормально-влажностных условиях

Изгиб кгс/см ²	36,2	21,5	27,1	35,9	34,6	48,2	42,2	29,7
Сжатие кгс/см ²	14,5	20,0	13,0	12,0	13,0	17,5	19,0	12,0



Выводы:

а) при использовании комплексных добавок и либо легкорастворимых клеевых соединений, либо кремнеорганических делает возможным уменьшение В/Ц отношение и получать значительный прирост прочности как на сжатие, так и на изгиб.

б) при использовании комплексных добавок, рассмотренных выше, делает возможным их использовании получать высокопрочные смеси при сохранении прироста прочности и обеспечить коррозионную стойкость бетона.

Одной из наиболее эффективных путей повышения стойкости бетонных и железобетонных сооружений к воздействию окружающей среды является управление структурой бетона в период ее формирования, что достигается введением в бетонную смесь добавок поверхностно – активных веществ, в частности кремнеорганических соединений различного типа. Кремнеорганические соединения, применяемые в качестве добавок к бетону, выделяют в бетонную смесь некоторое количество газа (водорода) при контакте щелочной средой или оказывают воздухововлекающее действие. И то, и другое способствует созданию благоприятной, с точки зрения долговечности структуры бетона. Кроме того, добавки гидрофобизируют стенки пор и капилляров, что приводит к снижению адгезии к ним льда и кристаллов солей в случае одновременного действия растворов солей и замораживания.

ЛИТЕРАТУРА

- Ибрагимов Р.А. Влияние модификации связующего с помощью суперпластификатора и механической активации на механические свойства бетона высокой плотности. ZKG International. 2016. № 6. – 34–39 с.
- Кирсанова А.А., Крамар Л.Ю. Добавки на основе метакаолиновых свойств в бетоне. Серия конференций: Материаловедение и инженерия. 2015. № 71
- Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Кардумян Г.С. Новые модифицированные бетоны. М.: Типография «Парадиз», 2010. – 258 с.
- Каприелов С.С., Травуш В.И., Карпенко Н.И., Шейнфельд А.В., Кардумян Г.С., Киселева Ю.А., Пригоженко О.В. Модифицированные бетоны нового поколения в зданиях ММДЦ «Москва-Сити». Строительные материалы. 2006. № 10. С. – 13–18 с.
- Р.Р. Богданов, Р.А. Ибрагимова. Процесс гидратации и структурообразования модифицированного самоуплотняющегося бетона. Журнал гражданского строительства, № 5, 2017.
- Ю. Г. Барабанщиков. Влияние суперпластификаторов на свойства бетонной смеси. Журнал гражданского строительства, № 6, 2017.
- Г. М. Кондрашов, Коррозионная стойкость бетонов, модифицированных виниловыми латексами / Бетон и железобетон 2006 – №5, – 22–25 с.
- Калмыков Л. Ф. Эффективные добавки на основе отходов химической и нефтехимической промышленности Беларуси для бетонов и растворов, – 47 с.
- Л.Н. Фарран, Д.Н. Шабанов / Физико-механические и структурообразующие параметры бетона / Европейское и национальное измерение в исследованиях, 2018. – 37–41 с.
- О. Т. Сергеевна, Антикоррозийная и антикоррозийная защита железобетонных мостовых конструкций / Интернет-журнал «НАУКА» - выпуск 5 (24), сентябрь–октябрь 2014 / 4–6 с.

УДК 628.8

СОВРЕМЕННЫЕ МОДИФИКАТОРЫ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

А.С. КАМЕКО

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЕНОВА)

В статье представлен краткий обзор модификаторов асфальтобетонных смесей. Приведены сведения о применении в качестве модификаторов отходов полимеров, черной металлургии, резинотехнических отходов. Показано, что введение резиновой крошки в асфальтобетон позволяет повысить физико-механические характеристики. Приведены результаты сравнительного анализа физико-механических характеристик асфальтобетонов, находящихся в эксплуатации, включающих в своем составе в качестве добавки резиновую крошку и без добавок.

Современное дорожное строительство развивается стремительными темпами, что подразумевает под собой совершенствование технологии производства работ, качества и физико-механических характеристик применяемых асфальтобетонных смесей. Существуют различные пути совершенствования асфальтобетонной смеси и её компонентов, одним из которых является применение модификаторов. Рассмотрим современные разработки в области модифицирующих добавок асфальтобетонных смесей, предлагаемые отечественными и зарубежными учёными.

Введение механоактивированных органо-минеральных добавок предложено в работе [1]. Авторы исследований показали, что модифицирование битума обеспечивают значительное повышение прочности и водостойкости асфальтобетона. В научной работе [2] рассмотрен вопрос модификации нефтяных битумов полимерными материалами с целью улучшения качественных показателей получаемого дорожного вяжущего. В качестве модификатора использованы отходы полиэтилена и термоэластопласт ДСТ-30-01, адгезионная добавка «Амдор-10». Разработан оптимальный состав комплексного модификатора, проведена оценка физико-механических показателей, отмечено их улучшение. В ходе исследований [3] изучено влияние разных соотношений водонерастворимой фракции жидких продуктов быстрого пиролиза древесины и дорожного битума марки БНД60/90 на адгезионные, окислительные свойства, температурные воздействия на адгезионную прочность композиции битумного вяжущего. Отмечено, что добавка пиролизной жидкости может быть применена в качестве модификатора битумного вяжущего.

Пугин К.Г. и Юшков В.С. провели исследования по введению отходов черной металлургии в состав асфальтобетонной смеси [4], что позволило в процессе эксплуатации автомобильной дороги разделить транспортные потоки за счет цветовой гаммы покрытия. Данная работа позволила снизить аварийность при недостаточной освещённости. В работе [5] предложено определять оптимальные составы асфальтобетона с помощью методики планирования эксперимента. Их работа позволила наиболее эффективно применить в составе асфальтобетонной смеси отходы предприятий г. Новочеркаска.

Возможность модификации нефтяного дорожного битума марки БНД 70/100, который относится к категории вязких битумов и применяется для дорожных работ в теплое время года, при среднесуточной температуре не ниже +5 °С, рассмотрена в работе [6]. В качестве полимерных материалов для полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) использовались сополимеры стирола с бутадиеном и этилена с винилацетатом. Определены их оптимальные концентрации для получения ПБВ с повышенной теплостойкостью и эластичностью. Функциональной добавкой к битумам являлись углеродные нанотрубки. Приведены физико-механические показатели модифицированных битумов и асфальтобетонных смесей на их основе. Показано, что введение в асфальтобетон даже малого количества нанотрубок приводит к повышению сдвигоустойчивости и прочности при различных температурах от 0 до 50 °С.

Отмечается [7], что наибольшими потенциальными возможностями для улучшения свойств битумных вяжущих обладает крошка из резин общего назначения, в том числе шинная. Ключевым звеном, позволяющим состыковать отдельные части означенной комплексной проблемы и решить поставленные задачи, должна стать технология соединения отходов резины с нефтяным битумом, учитывающая всю сложность и химизм происходящих процессов как в самих вяжущих, так и в конечных продуктах асфальтобетонных дорожных покрытиях при их устройстве и эксплуатации. Основываясь на приведённых выше принципах, в работе [7] была разработана технология получения резинобитумных композиций модификацией битума резиновыми отходами в виде мелкодисперсной крошки и исследованы свойства полученных композиций. В качестве сырья для получения резинобитумных композиций использовали: битум марки «Baki 85/25»; резиновую крошку размером 1 мм, полученную в результате переработки изношенных автомобильных шин; в качестве сшивающего агента серу и антиоксидант неозон Д.

Авторы статьи [8] вводили в состав битумного вяжущего резиновую крошку, что позволило увеличить интервал пластичности. Данный факт позволяет сохранять эксплуатационные свойства как при

низких, так и при высоких температурах. Данный модификатор увеличивает срок службы покрытия автомобильных дорог с 3–4 до 7–10 лет.

Углубленно изучен вопрос вторичного использования изделий из каучука авторами статьи [9]. Подробно изучен вопрос вулканизации резиновой крошки, рассмотрен вопрос выбора экологических агентов девулканизации и мягчителей, позволяющих ускорить протекание процесса. Отмечено, что физико-механические свойства, значения пенетрации и растяжимости модифицированного битума удовлетворяют нормам, так же отмечено повышение температуры размягчения и появление эластичности у вяжущего по сравнению с исходным битумом.

Метод высокотемпературной деструкции резинотехнических отходов при механических воздействиях рассматривали авторы статьи [10]. Метод предполагает смесь резиновой крошки с тяжелыми нефтяными остатками подвергать процессу термического окисления воздухом при разных температурных режимах. Полученный продукт предлагается использовать как вяжущий материал в дорожном строительстве.

Авторами статьи [11] разработан способ переработки изношенных шин и резинотехнических изделий в инертную крошку, предложена установка для переработки резинотехнических отходов при выжигании из резины легких фракций в термическом реакторе при температуре не выше 450–5000 °С и превращении оставшейся фракции в инертную крошку под воздействием вибрационных нагрузок.

Для заделки температурных швов аэродромных плит Левченко С.И., Пен В.Р. и Харьянова Е.В. предлагают в качестве эластичного наполнителя битумных мастик применять резиновую крошку [12].

Введение резиновой крошки в щебеночно-мастичный асфальтобетон позволяет повысить показатели предела прочности на сжатие при 20 и 50 °С, предела прочности на растяжение при расколе при 0 °С, сцепления при сдвиге, усталостной прочности и водостойкости, снизить показатель водонасыщения, такие результаты исследования получили авторы статьи [13]. Для получения битум-полимерной композиции в статье [14] предложено использовать резиновую крошку, производится сравнение с аналогами. Шабаев С.Н. и Вахьянов Е.М. построили графики зависимости основных физико-химических свойств вяжущего от содержания пластификатора при модификации битума резиновой крошкой [15]. В работе [16] отмечено, что технологические свойства резинобитумного вяжущего обуславливаются совокупностью: молекулярным сцеплением частиц дисперсной фазы друг с другом в местах контакта, там, где толщина прослоек дисперсионной среды между ними минимальна (лишенного фактора устойчивости). В предельном случае возможен полный фазовый контакт. Коагуляционное взаимодействие частиц вызывает образование структур с выраженными обратимыми упругими свойствами; наличие тончайшей пленки в местах контакта между частицами. Экспериментальные данные по исследованию свойств нефтяных дорожных битумов с использованием резиновой крошки приведены в работе [17].

Представлены результаты исследования влияния мелкодисперсной резиновой крошки на свойства нефтяного битума и асфальтобетона, установлены параметры оптимального режима совмещения битума и резиновой крошки, определено влияние крошки на свойства асфальтобетона на резинобитумном вяжущем и при ее введении непосредственно во время приготовления асфальтобетонной смеси в работе [18].

Авторы статьи [19] были рассмотрены свойства асфальтобетонных смесей с добавкой резиновой крошки марки РДС, марки ПР, а также резиновой крошки марки «Унирем», полученной упругодеформационным измельчением отработанной шинной резины. Предложена схема введения составляющих компонентов асфальтобетонной смеси по схеме: щебень → песок → битум → резиновая крошка «Унирем» → минеральный порошок, позволяющая сократить продолжительность перемешивания смеси и получить асфальтобетоны повышенного качества при снижении расхода добавки «Унирем».

В работе [20] отмечено, что с увеличением размера резиновой крошки должны возрастать температура и время ее растворения, также при выборе размера резиновой крошки необходимо обращать внимание на используемый пластификатор.

Анализ характеристик нефтяных дорожных битумов, применяющихся в дорожном строительстве, разработка технологии модификации битума резиновым порошком, получаемым при утилизации изношенных автомобильных шин, описывается в работе [21].

Целью экспериментальных исследований является сравнительный анализ физико-механических характеристик асфальтобетона с использованием резиновой крошки (в дальнейшем резиноасфальтобетон) и асфальтобетона марки ЩМБг20-П/2,0, находящихся в эксплуатации на автодороге (А/Д) Р-14 Полоцк – Миоры – Браслав. Верхний слой покрытия был выполнен в 2011 году. Образцы резиноасфальтобетона отобраны мост через реку Нача км. 20,598 А/Д Р-14 Полоцк – Миоры – Браслав и обозначены как – P_1 ; P_2 ; P_3 . Образцы асфальтобетона марки ЩМБг20-П/2,0 отобраны на А/Д Р-14 Полоцк – Миоры – Браслав км 16,323 и обозначены как A_1 ; A_2 ; A_3 .

Сравнение образцов выполнялось согласно СТБ 1115-2013 по следующим показателям: средняя плотность; водонасыщение; набухание; коэффициент уплотнения, предел прочности на сжатие.

Результаты определения средней плотности образцов, водонасыщения, набухания, коэффициента уплотнения, предела прочности на сжатие приведены в таблицах 1.1; 1.2; 1.3.

Таблица 1. – Физико-механические характеристики верхнего слоя покрытия из резиноасфальтобетона

Наименование показателей, единицы измерения	Значения показателя резиноасфальтобетона для образцов		
	P_1	P_2	P_3
Масса сухого (ненасыщенного водой) образца, взвешенного на воздухе, G_0 , г.	659,23	657,30	707,50
Масса сухого образца, выдержанного 30мин. В воде и взвешенного на воздухе, G_1 , г	661,37	658,78	709,36
Масса того же образца, взвешенного в воде, G_2 , г	380,76	381,68	412,42
Масса насыщенного водой образца, взвешенного на воздухе, G_3 , г.	664,44	661,53	713,47
Масса того же образца, взвешенного в воде, G_4 , г	383,71	382,99	415,49
G_0' , г.	687,17	691,30	682,32
G_1' , г.	687,87	691,76	683,02
G_2' , г.	404,32	407,56	403,42

Примечание: G_0' ; G_1' ; G_2' – результаты измерений переформованных образцов.

Таблица 2. – Физико-механические характеристики верхнего слоя покрытия из асфальтобетона марки ЦМБг20-II/2,0

Наименование показателей, единицы измерения	Значения показателя резиноасфальтобетона для образцов		
	A_1	A_2	A_3
Масса сухого (ненасыщенного водой) образца, взвешенного на воздухе, G_0 , г.	1078,92	1085,07	1081,99
Масса сухого образца, выдержанного 30мин. В воде и взвешенного на воздухе, G_1 , г	1079,43	1086,20	1082,82
Масса того же образца, взвешенного в воде, G_2 , г	635,24	637,56	636,40
Масса насыщенного водой образца, взвешенного на воздухе, G_3 , г.	1090,73	1096,89	1093,81
Масса того же образца, взвешенного в воде, G_4 , г	646,19	647,90	647,05
G_0' , г.	668,94	673,57	673,87
G_1' , г.	669,47	674,50	674,16
G_2' , г.	396,45	399,32	399,76

Примечание: G_0' ; G_1' ; G_2' – результаты измерений переформованных образцов.

Таблица 3. – Физико-механические характеристики верхнего слоя покрытия

Наименование показателей, единицы измерения	Среднее значение показателей	
	P_{cp}	A_{cp}
Средняя плотность, ρ_m^a , г/см ³	2,37	2,42
Водонасыщение, W, %	1,80	2,65
Набухание, H, %	0,3	0,08
Средняя плотность переформованных образцов, ρ_m^a , г/см ³	2,43	2,45
Коэффициент уплотнения, K_v	0,98	0,99
Предел прочности при сжатии 50 °С, $R_{сж50}$ МПа	2,027	2,399

На основе полученных результатов лабораторных испытаний определено, что при значительном улучшении показателя водонасыщения резиноасфальтобетона сравнительно асфальтобетона марки ЦМБг20-II/2,0 (на 0,85%), наблюдается ухудшение параметра набухания (на 0,22%) и незначительное снижение предела прочности при сжатии (на 0,372 МПа).

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаева, Л.А., Буренина, О.Н., Попов, С.Н. Дорожный асфальтобетон на основе модифицированного битумного вяжущего / Л.А. Николаева, О.Н. Буренина, С.Н. Попов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2013. – 1–10 с.
2. Беляев, П.С., Полушкин, Д.Л., Макеев, П.В., Фролов, В.А. Модификация нефтяных дорожных битумов полимерными материалами для получения асфальтобетонных покрытий с повышенными эксплуатационными характеристиками / П.С. Беляев, Д.Л. Полушкин, П.В. Макеев, В.А. Фролов // Вестник Тамбовского государственного технического университета, 2016. Том 22. № 2 – 264–271 с.
3. Файзрахманова, Г.М., Забелкин, С.А., Грачев, А.Н., Башкиров, В.Н. Разработка технологии получения органического вяжущего для дорожного строительства с использованием продуктов термической переработки биомассы дерева / Г.М. Файзрахманова, С.А. Забелкин, А.Н. Грачев, В.Н. Башкиров // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема, № 2(19)2015. – 79–85 с.
4. Пугин, К.Г., Юшков, В.С. Разработка асфальтобетонной смеси с использованием отходов производства / К.Г. Пугин, В.С. Юшков // Вестник МГСУ 6/2014 – 99–104 с.
5. Шкуланов, Е.И., Глушко, Н.А. Методика определения оптимальных составов асфальтобетона / Е.И. Шкуланов, Н.А. Глушко // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2005. № 3 – 77–81 с.
6. Котенко, Н.П., Щерба, Ю.С., Евфорицкий, А.С. Влияние полимерных и функциональных добавок на свойства битума и асфальтобетона / Н.П. Котенко, Ю.С. Щерба, А.С. Евфорицкий // Известия вузов. Северо-кавказский регион. Технические науки. №1.2019 – 94–99 с.
7. Шыхалиев, К.С., Алиева, З.Н. Модификация битума с полиэтиленовыми отходами / К.С. Шыхалиев, З.Н. Алиева // Проблемы современной науки и образования. – 14–17 с.
8. Вахьянов, Е.М., Лукьянова, М.А. Обоснование рационального состава битумных вяжущих модифицированных резиновой крошкой / Е.М. Вахьянов, М.А. Лукьянова // Вестник Кузбасского государственного технического университета – 143–146 с.
9. Беляев, П.С., Маликов, О.Г., Меркулов, С.А., Фролов, В.А. Решение проблемы утилизации отходов резинотехнических изделий путем модификации дорожных вяжущих / П.С. Беляев, О.Г. Маликов, С.А. Меркулов, В.А. Фролов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий №2, 2014 – 129–131 с.
10. Дроздов, С.П., Вейсвер, Т.Г., Кутаков, В.В. Метод высокотемпературной деструкции резинотехнических отходов для получения резинобитумных модификаторов / С.П. Дроздов, Т.Г. Вейсвер, В.В. Кутаков // Решетневские чтения 2017 – 409–411 с.
11. Павлов, Г.И., Кочергин, А.В., Ситников, О.Р., Галимова, А.И., Шакуров, Р.Ф., Кочергина, К.А., Гармонов, С.Ю. Переработка изношенных шин и резинотехнических изделий в инертную крошку при использовании установок пульсирующего горения / Г.И. Павлов, А.В. Кочергин, О.Р. Ситников, А.И. Галимова, Р.Ф. Шакуров, К.А. Кочергина, С.Ю. Гармонов // Вестник Казанского технологического университета с. – 174–179 с.
12. Левченко, С.И., Пен, В.Р., Харьянова, Е.В. Использование резиновой крошки в качестве эластичного наполнителя битумных мастик / С.И. Левченко, В.Р. Пен, Е.В. Харьянова // Решетневские чтения. 2017. – 44–45 с.
13. Хафизов, Э.Р., Семенов, Д.Ю. Повышение качества дорожных покрытий путем введения в щебеночно-мастичную асфальтобетонную смесь добавок резиновой крошки / Э.Р. Хафизов, Д.Ю. Семенов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2017, № 2 (40). – 305–311 с.
14. Аюпов, Д. А., Мурафа, А.В., Хакимуллин, Ю.Н., Хозин, В.Г. Современные способы регенерации резин и возможности использования их в строительной отрасли / Д.А. Аюпов, А.В. Мурафа, Ю.Н. Хакимуллин, В.Г. Хозин // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2017, № 2 (40). – 260–263 с.
15. Шабаев, С.Н., Вахьянов, Е. М. Обоснование оптимального содержания пластификатора в битумах, модифицированных резиновой крошкой / С.Н. Шабаев, Е.М. Вахьянов // Вестник Кузбасского государственного технического университета – 113–114 с.
16. Покладий, Я.Н., Папин, А.В., Иванов, С.А. Химизм процесса улучшения физико-химических параметров полимерно-битумного вяжущего на основе резиновой крошки / Я.Н. Покладий, А.В. Папин, С.А. Иванов // Вестник Кузбасского государственного технического университета – 147–151 с.
17. Сибгатуллина, Р.И., Абдуллин, А.И., Емельянычева, Е.А., Идрисов, М.Р., Бикмухаметова, Г.К., Мустафина, А.М. Изучение свойств нефтяных дорожных битумов, модифицированных резиновой крошкой / Р.И. Сибгатуллина, А.И. Абдуллин, Е.А. Емельянычева, М.Р. Идрисов, Г.К. Бикмухаметова, А.М. Мустафина // Вестник технологического университета. 2017. Т.20, №1 – 76–79 с.
18. Оксак, С.В. Влияние дробленной резиновой крошки на свойства битума и асфальтобетона / С.В. Оксак // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. вып. 79, 2017 – 133–137 с.
19. Асельдеров, Б.Ш., Лернер, М.И., Печень, Б.Г. Влияние режимов приготовления асфальтобетонных смесей с резиновой крошкой «унирем» на свойства асфальтобетонов / Б.Ш. Асельдеров, М.И. Лернер, Б.Г. Печень // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. № 21, 2011 – 131–137 с.
20. Шабаев, С.Н., Иванов, С.А., Вахьянов, Е.М. Оценка технологических параметров растворения резиновой крошки при получении резинобитумного вяжущего / С.Н. Шабаев, С.А. Иванов, Е.М. Вахьянов // Вестник Кузбасского государственного технического университета – 106–107 с.
21. Беляев, П.С., Маликов, О.Г., Забавников, М.В., Соколов, А.Р. Повышение качества нефтяных битумов путем модификации продуктами переработки изношенных автомобильных шин / П.С. Беляев, О.Г. Маликов, М.В. Забавников, А.Р. Соколов // Вестник Тамбовского государственного технического университета – 63–69 с.

УДК 691. 263. 5

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ
НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ****В.П. ЗЛОТИНА, Д.И. МИЛОШ, А.С. КАТУЛЬСКАЯ**
(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЁНОВА)

Представлены составы и способы подготовки композитов добавок на основе промышленных отходов для улучшения физико-механических характеристик гипсовых вяжущих. Показано, что применение добавок позволяет прочностные характеристики гипсового камня.

Повышение водостойкости, а также прочностных характеристик гипсовых вяжущих является актуальным направлением для расширения номенклатуры и области применения строительных материалов на основе гипса. Для повышения водостойкости гипсового вяжущего следует изменить капиллярно-пористую структуру гипсового камня. Для получения более плотной структуры используются добавки на основе промышленных отходов, которые при соответствующей подготовке способствуют снижению количества пор и формированию малорастворимых соединений.

Перспективным направлением для решения экологической проблемы, связанной с утилизацией промышленных отходов является их использование в качестве добавок в составе гипсовых вяжущих для улучшения их физико-механических характеристик.

В работе Нарышкиной М.Б. [1] был получен керамзитобетон на основе композиционного гипсового вяжущего, полученного путём совместного помола активной кремнезёмсодержащей добавки, портландцемента и суперпластификатора. Разработан оптимальный состав композиционного гипсового вяжущего, мас. %: гипсовое вяжущее (50–70), портландцемент (10–20), кремнеземистая добавка (10–30). В качестве кремнеземистой добавки использовались высокодисперсные наполнители – перлит, опока, глауконитовый песок, а также промышленные отходы, получаемые тонким измельчением исходных компонентов. Предел прочности композиционного гипсового вяжущего на сжатие составил 24 МПа, а коэффициент размягчения – 0,78.

Рассмотрена возможность использования цитрогипса – шламового отхода производства лимонной кислоты [2] в составе гипсовых вяжущих. Вяжущее было получено путём дегидратации суспензии цитрогипса в условиях автоклавной обработки при температуре 130 °С в течение 2 часов. Для модификации свойств применяли полиакриломид, который вводили в количестве 2,5 и 10% от массы цитрогипса. Введение полиакриломидов способствовало увеличению сроков схватывания гипсового вяжущего, расслоению смеси со значительным водоотделением. Прочность на сжатие при этом увеличилась на 31,3%.

Козлов Н.В. и Панченко А.И. получили материал [3], который отличается повышенными прочностными характеристиками и водостойкостью за счёт введения в состав гипсового вяжущего добавки на основе микрокремнезёма, карбидного ила и пластифицирующей добавки. Улучшение характеристик полученного вяжущего обусловлено снижением пористости структуры затвердевшего гипсового вяжущего, а также образованию малорастворимых низкоосновных гидросиликатов кальция, которые увеличили гидрофобность затвердевшего гипсового вяжущего.

Исследовалась возможность комплексного использования микрокремнезёма, который образовался в процессе газоочистки печей при выплавке кремниевых сплавов, в сочетании с углеродными нанотрубками в качестве модификаторов свойств гипсовых вяжущих. Установлено [4], что оптимальной концентрацией многослойных нанотрубок является 0,006% от массы гипса, а микрокремнезёма – 25% от массы портландцемента. Прочностные характеристики при введении такого рода добавок увеличиваются на 42%. Такой результат связан формированием гидросиликатных новообразований, которые блокируют поверхность кристаллогидратов гипса и одновременно увеличивают общую площадь контактов между ними, что вызвано при взаимодействии микрокремнезёма и цемента с нанодисперсными добавками.

Предложено использовать в качестве добавки для повышения водостойкости композиционного вяжущего отход мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов [5]. Анализ микроструктуры образцов затвердевшего гипсового вяжущего показал, что использование данного вида кремнезёмной добавки приводит к синтезу плотной и прочной структуры за счёт увеличения содержания низкоосновных гидросиликатов кальция, уменьшения оксидов кальция, а также устранения роста высокоосновных гидроалюминатов кальция и этрингита. Прочность на сжатие при такой структуре гипсового камня составила 22 МПа, а коэффициент размягчения – 0,78.

Тихомиров Б.И. и Коршунов В.И. предложил использовать добавку – отход сахарного производства (дефекат) и эфир целлюлозы в состав строительных смесей [6]. Дефекат, который на 70% состоит из мелкодисперсного известняка с размером зёрен 30–40 микрон вводили в качестве замедлителя сроков схватыва-

ния гипсовых смесей, а эфир целлюлозы в качестве водоудерживающей добавки. Предварительно дефекат перед перемешиванием термоактивировали при температуре от 114 до 260 °С в течение 4 часов.

Разработана рецептура водостойких гипсовых вяжущих [7] с использованием золошлаковых смесей. Золошлаковые отходы ТЭЦ использовались в качестве активной минеральной добавки в составе композиционного гипсового вяжущего. Рекомендуется применять следующий состав композиционного вяжущего (% по массе): гипсовое вяжущее – 70, портландцемент – 20, шлак – 10. Установлено [7], быстрый набор прочности системы осуществляется за счёт синтеза крупных кристаллов двуводного гипса, а дальнейшая гидратация клинкерных минералов обеспечивает за счёт создания малорастворимых новообразований в ранее созданной структуре затвердевшего гипсового вяжущего повышение его водостойкости.

Гипсовые вяжущие, модифицированные кремнеземистой добавкой [8], в качестве которой применяются золошлаковые отходы, которые характеризуются новым уровнем технологических и технических характеристик. Прочность на сжатие композиционных вяжущих достигает 35 МПа, коэффициент размягчения – 0,87.

Таким образом, эффективным способом повышения прочностных характеристик и водостойкости гипсового вяжущего является введение добавок на основе промышленных отходов. Добавки позволяют увеличить прочность на сжатие гипсового камня на 30–40%, при этом коэффициент размягчения повышается до 0,87.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нарышкина, М.Б. Стеновые материалы на основе композиционных гипсовых вяжущих повышенной водостойкости: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.05. / М.Б. Нарышкина; Белгородский гос. техн. ун-т им. В.Г. Шухова – Белгород, 2010. – 26 с.
2. Лукьянова, А.Н. Строительные композиционные материалы на основе модифицированных гипсовых вяжущих, полученных из отходов производства [Текст] / А.Н. Лукьянова [и др.] // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 4 – 4. – 818–822 с.
3. Гипсовые вяжущие на основе техногенных отходов [Электронный ресурс] / Гипсовые вяжущие на основе техногенных отходов. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/111297196-Gipsovye-vyazhushchie-na-osnove-technogennyh>. – Дата доступа: 24.09.2019.
4. Изряднова, О.В. Изменение морфологии кристаллогидратов при введении ультра- и нанодисперсных модификаторов структуры в гипсоцементно-пуццолановые вяжущие [Текст] / О.В. Изряднова [и др.] // *Строительные материалы*. – 2014. – № 7. – 25–27 с.
5. Чернышева, Н.В. Использование техногенного сырья для повышения водостойкости композиционного гипсового вяжущего [Текст] / Н.В. Чернышева // *Строительные материалы*. – 2014. – № 7. – 53–56 с.
6. Добавка для строительных смесей: пат. 2444485 Рос. Федерация, МПК СО 4В 24/02/ Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н.; патентообладатель ЗАО «Гипронииавиапром», Коршунов А.Н, заявл. 23.09. 2010.; опубл. 10.03.2012. – 1–14 с.
7. Козлов, Н.В. Микроструктура гипсовых вяжущих повышенной водостойкости [Текст] / Н.В. Козлов [и др.] // *Строительные материалы*. – 2014. – № 5. – 72–75 с.
8. Аласханов, А.Х. Рецептура водостойких композиционных гипсовых вяжущих с компонентами техногенного происхождения [Текст] / А.Х. Аласханов [и др.] // *Вестник Дагестанского гос. технического ун-та*. – 2015. – № 4 – 63–76 с.
9. Нечаева, Е.Ю. Модификация свойств строительного гипса [Текст] / Е.Ю. Нечаева [и др.] // *Известия Тульского гос. ун-та. Технические науки*. – 2009. – № 1–2 – 107–113 с.

УДК 691.263.5

РЕГУЛИРОВАНИЕ СРОКОВ СХВАТЫВАНИЯ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ

В.П. ЗЛОТИНА, Д.И. МИЛОШ, А.С. КАТУЛЬСКАЯ
(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЁНОВА)

Представлены добавки, которые оказывают влияние на регулирование сроков схватывания гипсовых вяжущих. Показано, что введение дефеката сахарного производства, активированного при температуре 400 °С замедляет сроки схватывания до 140 минут.

Разработка эффективных гипсовых вяжущих невозможна без их модификации [1]. Различные добавки существенно влияют на протекание гидратации и формирования структуры минеральных вяжущих: изменение размера и морфологии кристаллов, состояние межфазной поверхности, пористости. Повысить эксплуатационные характеристик материалов на основе гипса возможно за счёт модификации их структуры промышленными отходами производства, а также различными химическими добавками. Разработан ряд добавок, применение которых позволяет изменять сроки схватывания гипсовых вяжущих.

Композиционные гипсовые вяжущие содержат в своём составе пластифицирующие добавки А.Р. Гайфуллиним и Р.З. Рахимовым проводились исследования [2] по изучению влияния пластифицирующих добавок на сроки схватывания гипсового теста. При введении суперпластификатора MELMENT F15G в количестве 1,5% от массы гипсового вяжущего происходит замедление начала и конца сроков схватывания гипсового теста, на – 1 мин 50 с. и 4 мин соответственно.

В работе [3] для проведения исследований по установлению сроков схватывания гипсового теста гипсовый камень предварительно измельчали в шаровой мельнице до удельной поверхности 340 м²/кг и обжигали при температуре от 180 °С до 400 °С. Установлено [3], что для свежееобожженного вяжущего с добавлением пластифицирующих добавок, полученного при температуре 250 °С сроки схватывания замедляются до 14–18 минут. При исследовании фазового состава гипсовых вяжущих был установлен [4] переход растворимого ангидрита в полугидрат сульфата кальция в процессе хранения вяжущих. При таком переходе наблюдается замедление сроков схватывания гипсового теста и снижение его нормальной плотности. Существенное увеличение сроков схватывания до 10 минут наблюдалось у вяжущих, которые хранились в течение 1 суток.

Исследовались физические свойства многофазового гипсового вяжущего [5], полученного из строительного гипса и ангидритового вяжущего, полученного обжигом гипсового камня в муфельной печи при 750 °С в течение 2 часов. Гипсовое вяжущее имело короткие сроки схватывания, начало – 5 минут, конец – 9 минут. Отмечается, что процесс гидратации ангидритового вяжущего происходит медленно, поэтому для ускорения его гидратации в состав нерастворимого ангидрита необходимо вводить растворимый ангидрит для активации. При введении в состав многофазового гипсового вяжущего ангидрита начало сроков схватывания увеличилось с 5 до 14 минут, а конец сроков схватывания с 9 до 28 минут.

Ш.К. Торпищев в своей работе [6] исследовал влияние порошкообразного замедлителя схватывания на основе глюонита, модифицированного добавкой кремний органического состава на сроки схватывания смесей для транспортирования по трубопроводам на основе гипсовых вяжущих. Установлено [6], что при введении добавки в количестве 0,05% от массы гипсового вяжущего начало сроков схватывания высокопрочного гипса увеличивается на 16 минут, а при исследовании свойств смешанного гипсоцементного вяжущего на – 5,3 минуты.

Известен способ получения гипсового вяжущего, который включает дегидратацию гипса и перемешивание его с добавкой-дефекатом, который является отходом сахарного производства. Дефекат предварительно активируют при нагревании до температуры 400 °С. Добавку вводили в количестве 5–50% от массы гипсового вяжущего. Такая обработка дефеката позволяет регулировать наступление начала и конца сроков схватывания гипсового вяжущего. Начало сроков схватывания замедляется с 23 до 140 минут, конец сроков схватывания увеличивается на 143 минуты по сравнению с бездобавочным составом [7].

Соколовой Ю.А. получено гипсовое вяжущее [8] способом дробления гипсового сырья и смешивания его с высушенной модифицирующей добавкой – шламом водоумягчения ТЭЦ. Введение в качестве модификатора карбонатсодержащего шлама водоумягчения позволяет замедлить сроки схватывания гипсового вяжущего, начало сроков схватывания увеличилось с 19 до 33 минут, а окончание сроков схватывания с 21 до 35 минут. Оптимальным количеством добавки является 5–15% от массы гипсового вяжущего.

Показана возможность [9] применения шламовых отходов ТЭЦ как наполнителя композиционного гипсового вяжущего при производстве сухих строительных смесей. Введение добавки в количестве 14,7% от массы вяжущего позволяет увеличить наступление начала и конца сроков схватывания до 22 минут, прочность гипсового камня при этом не изменяется, а коэффициент размягчения составляет 0,4%.

Таким образом, при введении пластифицирующих добавок, шламовых отходов ТЭЦ, дефеката сахарного производства происходит замедление сроков схватывания гипсовых вяжущих. Наиболее эффективно применение шламовых отходов сахарного производства, при введении которых сроки схватывания увеличиваются до 140 минут.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордина, А.Ф. Водостойкие гипсовые материалы, модифицированные цементом, микрокремнезёмом и наноструктурами [Текст] / А.Ф. Гордина [и др.] // Строительные материалы. – 2014. – № 6 – 35–37 с.
2. Гайфуллин, А.Р. Влияние суперпластификаторов на свойства композиционных гипсовых вяжущих [Текст] / А.Р. Гайфуллин [и др.] // Вестник Казанского технологического ун-та. – 2013. – № 5 – 119–121 с.
3. Федорова, В.В. Влияние пластифицирующих добавок на свойства гипсовых вяжущих [Текст] / В.В. Федорова, Л.И. Сычева // Успехи в химии и химической технологии. – 2015. – № 7 – 78–80 с.
4. Амелина, Д.В. Влияние фазового состава на свойства гипсовых вяжущих [Текст] / Д.В. Амелина [и др.] // Успехи в химии и химической технологии. – 2014. – № 8 – 8–10 с.
5. Сергеева, Н.А. Свойства многофазовых гипсовых вяжущих [Текст] / Н.А. Сергеева, Л.И. Сычева // Успехи в химии и химической технологии. – 2017. – № 1 – 12–14 с.
6. Торпищев, Ш.К. Эффективный замедлитель схватывания гипсовых вяжущих [Текст] / Ш.К. Торпищев // Наука и техника Казахстана. – 2014. – № 1 – 168–171 с.
7. Способ получения гипсового вяжущего: пат. 2397961 Рос. Федерация, МПК СО 4В 11/00/ Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н., Фуфаева С.М.; патентообладатель ЗАО «Гипронииавиапром», Коршунов А.Н., заявл. 01. 07. 2009; опубл. 27. 08. 2010. – 1–7 с.
8. Способ получения гипсового вяжущего: пат. 2263641 Рос. Федерация, МПК СО 4В 11/02/ Соколова Ю.А., Морева И.В., Медяник В.В., Валеев Р.Ш.; заявитель и патентообладатель Соколова Ю.А., Морева И.В., Медяник В.В., Валеев Р.Ш., заявл. 22.06. 2004.; опубл. 10.11.2005. – 1–6 с.
9. Валеев, Р.Ш. Способ применения шламовых отходов водоподготовки в строительных материалах с использованием суперпластификатора «КМК-ОК» [Текст] / А.Х. Аласханов, И.Г. Шайхиев // Вестник Казанского технологического ун-та. – 2015. – №Т.15. – № 4 – 74–75 с.

УДК 691.322.7

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ ОТХОДАМИ ЩЕЛОЧЕСТОЙКОЙ СТЕКЛОСЕТКИ НА ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

А.В. БРИЛЬ

(Представлено: ХВАТЫНЕЦ В.А.)

Аннотация. В работе исследовано влияние дисперсного армирования отходами щелочестойкой стеклосетки на водопоглощение по массе. Экспериментальным методом найдено оптимальное процентное содержание отходов щелочестойкой стеклосетки относительно массы цемента и длина этой фибры, которые оказывают минимальное воздействие на водопоглощение. Установлено, что дисперсное армирование не влияет на водопоглощение, а иногда и уменьшает его.

Анализ литературы показал, что современное строительство нуждается в улучшении эксплуатационных свойств материалов при одновременном уменьшении их стоимости. Этого можно достигнуть за счёт добавления волокон в качестве дисперсного армирования.

При армировании фиброй достигается улучшение свойств бетона. Одним из важнейших показателей является водопоглощение по массе, так как от этого параметра зависят такие важные физико-технические характеристики как коррозионная стойкость, морозостойкость, прочность на сжатие и прочность на растяжение при изгибе. В качестве фибры были приняты отходы производства ОАО «Полоцкстеловолокно».

Отходами являются обрезки щелочестойкой стеклосетки ССШ-160(100)-1800/1800 (рис. 1). Основные характеристики волокна представлены в таблице 1.



Рисунок 1. – Отходы производства щелочестойкой стеклосетки ССШ-160(100)-1800/1800

Таблица 1. – Характеристики волокна

Свойства волокна	Значение
Длина волокна, мм	20-25
Номинальная масса, г/м ²	160
Разрывная нагрузка, Н	1800
Химическая устойчивость	Очень высокая
Электрическая проводимость	Очень низкая

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены образцы следующего состава: песок, вода, портландцемент ОАО «Белорусский цементный завод» СЕМІ 42,5Н; водоцементное отношение принято В/Ц = 0,4, отношение массы цемента и песка равнялось 1:3. После формования образцы-модели подвергались тепловлажностной обработке, затем были извлечены из опалубки и помещены в нормально-влажностные условия на 24 часа.

В ходе работы поставлен двухфакторный эксперимент, в качестве параметров варьирования были приняты длина фибры (10; 20; 30мм), процент включения относительно массы цемента (5, 10, 15%). Выходными параметрами были прочность на сжатие и растяжение при изгибе. Матрица планирования и полученные результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Матрица планирования и результаты эксперимента

Номер образцов	Длина фибры, мм	% фибры	Водопоглощение, % по массе
1	10	5	10,443
2	10	10	9,486
3	10	15	10,610
4	20	5	9,700
5	20	10	9,895
6	20	15	10,440
7	30	5	9,686
8	30	10	9,752
9	30	15	10,918
10	-	-	9,842

По полученным данным построены графики зависимости водопоглощения по массе от длины и процентного содержания фибры (рис. 2–5). Прирост водопоглощения показан в таблице 3.

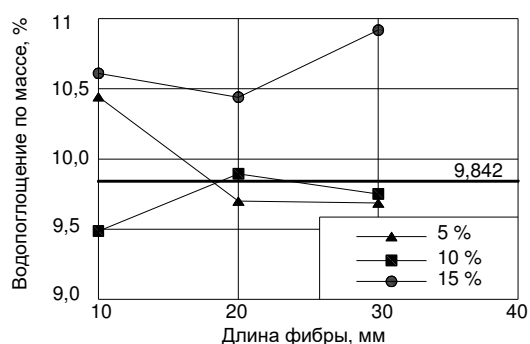


Рисунок 2. – Зависимость водопоглощения по массе от длины фибры.

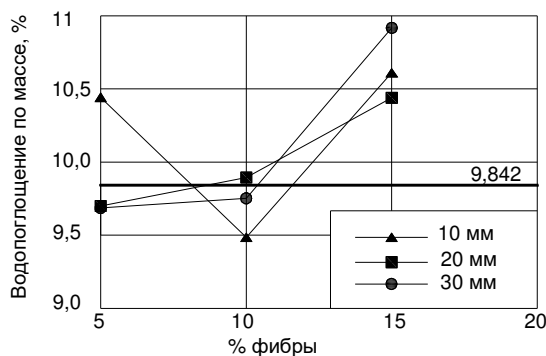


Рисунок 3. – Зависимость водопоглощения по массе от процентного содержания фибры.

Таблица 3. – Прирост водопоглощения по массе образцов

Номер образцов	Длина фибры, мм	% фибры	Водопоглощение по массе, %	Прирост водопоглощения по массе, %
1	10	5	10,443	6,1
2	10	10	9,486	-3,6
3	10	15	10,610	7,8
4	20	5	9,700	-1,4
5	20	10	9,895	0,5
6	20	15	10,440	6,1
7	30	5	9,686	-1,6
8	30	10	9,752	-0,9
9	30	15	10,918	10,9
10	-	-	9,842	-

Зависимости водопоглощения бетона от различной дозировки и длины фибры свидетельствуют, что при введении отходов стеклосетки в количестве 10% от массы цемента отмечается максимальное снижение водопоглощения бетона. При введении фибры в количестве 15% водопоглощение бетона увеличивается не зависимо от длины волокон. Минимальный прирост водопоглощения составил –3,6%, зафиксированный у образца с добавлением 10% фибры длиной 10 мм.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что отходы производства стеклосетки являются эффективным дисперсным армирующим элементом мелкозернистого бетона. При введении фибры в количестве 10% от массы цемента стабильно уменьшается водопоглощение по массе.

Минимальный прирост водопоглощения по массе составил –3,6% при введении 10% фибры длиной 10мм. Максимальный прирост водопоглощения по массе составил 10,9% при введении фибры длиной 30мм в количестве 15% от массы цемента. На основе анализа результатов экспериментальных исследований осуществлена оценка эффективности влияния дисперсного армирования мелкозернистого бетона отходами производства щелочестойкой стеклосетки. Использование данного вида фибры наиболее эффективно для увеличения прочностных характеристик при одновременном сохранении, а иногда и уменьшения, водопоглощения по массе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клюев С.В. Дисперсно армированный стекловолокном мелкозернистый бетон / С.В. Клюев, Р.В. Лесовик // Бетон и железобетон. 2011. – 4–6 с.
2. Юрьев А.Г. Дисперсно армированный мелкозернистый бетон с использованием техногенного песка / А.Г. Юрьев, Р.В. Лесовик, Л.А. Панченко // Бетон и железобетон, 2006. – 2–3 с.
3. Хватынец В.А. Тенденции в области совершенствования конструкций при проектировании и строительстве автомобильных дорог / В.А. Хватынец, Л.М. Парфёнова, Д.Н. Шабанов // Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений: материалы II Международной студенческой конференции, Минск, 2018 – 51–55 с.
4. Хватынец, В.А. Создание высокопрочных оснований за счёт дисперсного армирования цементной матрицы / В.А. Хватынец, Е.А. Трамбицкий, Д.Н. Шабанов // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки – 2018 – 56–59 с.
5. Корнеева И.Г. К вопросу оптимального армирования мелкозернистого бетона базальтовыми волокнами / И.Г. Корнеева, Н.А. Емельянова // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2016. №4 (19). 122–128 с.
6. Московский С.В. Влияние дисперсного армирования на деформационно-прочностные свойства бетона / С.В. Московский, А.С. Носков, В.С. Руднов, В.Н. Алехин // Академический вестник УралНИИПроект РААСН, №3 2016, 67–71 с.

УДК 691.5

**АКТИВАЦИЯ ТОРФОДРЕВЕСНОЙ ЗОЛОШЛАКОВОЙ СМЕСИ
ГИДРОКСИДОМ НАТРИЯ****В.В. ДЕРУГИН, Е.А. РАЗУЕВА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЕНОВА)*

В статье представлены сырьевые материалы для получения золошлакощелочных вяжущих. Показаны, технологии получения вяжущих на основе применения щелочных активаторов гидроксида натрия и жидкого натриевого стекла. Представлены результаты эксперимента по оптимизации концентрации гидроксида натрия при щелочной активации золошлаковой смеси Белорусской ГРЭС.

В условиях перехода энергетики Республики Беларусь на ресурсосберегающие технологии, включая использование местных видов топлива, актуальной задачей является утилизация образующихся отходов. Ценным сырьевым материалом являются шлаки и золы теплоэлектростанций (ТЭС). В мировой практике шлаки и золы ТЭС находят широкое применение в качестве добавок к цементу, заполнителей для бетонов и строительных растворов или для замены грунта. Отдельным направлением использования золошлаковых отходов является применение их в качестве основного компонента геополлимерного вяжущего. При высоком содержании в составе золы стекловидной алюмосиликатной составляющей геополлимерные вяжущие получают путем активирования высококонцентрированными растворами щелочи и последующей тепловой обработке при 60–80 °С [1].

Широко применяется в качестве щелочного активатора гидроксид натрия (NaOH). В исследованиях [2] для получения геополлимерного вяжущего использовалась зола, измельченная до удельной поверхности 600 м²/кг и доменной гранулированный шлак Новолипецкого металлургического комбината с удельной поверхностью 380 м²/кг и щелочной активатор NaOH. В эксперименте соотношение активатора и вяжущего (А/В) изменилось в интервале от 0,44 до 0,56. Вяжущие твердели в процессе тепловлажностной обработки по трем режимам: при температуре изотермической выдержки 60, 80 и 105 °С. В результате щелочной активации и температурной обработки прочность на сжатие составила 40–50 МПа [2].

В качестве сырья для геополлимерных вяжущих в работе [3] предложено использовать золы-уносы Томь-Усинской ГРЭС, а также отсево-дробления щебня из магматических горных пород – гранита, дацита и габбро-диабазы. Сырьевые материалы измельчались в шаровой мельнице: зола-унос до удельной поверхности 600 м²/кг, горные породы – до 400 м²/кг. В качестве основного компонента геополлимерных вяжущих на основе горных пород использовались гранит Павловского месторождения, гранит Хребетского месторождения, дацит и габбро-диабазы. Во все составы вяжущего вводилась добавка доменного гранулированного шлака, измельченного до дисперсности 380 м²/кг в количестве 8%. В качестве активатора твердения использовалось жидкое натриево-стекло с $M_c = 2,84$ в количестве 13% по сухому веществу от веса вяжущего, а также известь строительная в количестве 2–6%. Процедура приготовления вяжущего была следующей: измельченная горная порода или зола-унос перемешивались с добавкой шлака и извести. Подготовленный порошок затворялся раствором щелочного активатора на основе силиката натрия и воды до обеспечения отношения активированного раствора к вяжущему 0,42. Для определения прочности и усадки вяжущего были изготовлены образцы, которые твердели в нормальных условиях и в условиях тепловой обработки при температуре изотермической выдержки 60, 80 и 105 °С в течение 10 часов. Прочностные свойства вяжущего оценивались на образцах размером 20×20×20 мм, а усадка – на образцах размером 20×20×100 мм. Исследования зависимостей прочности от температуры твердения и количества извести показали, что оптимальная дозировка 2%. Такая дозировка почти у всех видов вяжущего – как на золе-уносе, так и на горных породах, твердеющих при различных условиях, обеспечивает прирост прочности. Для вяжущих на основе золы-уноса наибольшая величина прироста прочности (15 МПа) при введении 2% извести достигается при температуре тепловой обработки 60 °С. Твердение вяжущего на основе золы-уноса при 105 °С обеспечивает наибольшую прочность вяжущего – 54 МПа. Повышение дозировки извести более 2% дает снижение прочности [3].

В работе [3] для получения золошлакощелочного вяжущего золошлаковые смеси Иркутской и Братской ТЭС затворялись жидким стеклом и подвергались тепловлажностной обработке. Жидкое стекло получали путем прямого растворения микрокремнезема – отхода производства кристаллического кремния Братского алюминиевого завода в щелочном растворе при температуре ниже 100 °С и атмосферном давлении. Прочность при сжатии полученного вяжущего в результате тепловлажностной обработки при 80–90 °С и режиме 2 + 3 + 6 + 3 ч, в зависимости от плотности и расхода жидкого стекла составила: при плотности жидкого стекла 1,43 г/см³ – 4,1 МПа, при плотности 1,47 г/см³ – 11,1 МПа, при плотности 1,48 г/см³ – 21,7 МПа [3].

По данным Американского общества по испытанию материалов [6] для получения геополлимерных вяжущих более предпочтительна низкокальциевая зола-унос класса F, чем высококальциевая зола класса C. Как показали результаты исследований [1], зола образующаяся на Белорусской ГРЭС при сжигании 50% торфа и 50% древесной щепы содержит более 90% оксида кремния и оксида алюминия. Изучение эффективности щелочной активации торфодревесной золы является актуальным направлением исследований геополлимерных вяжущих.

Характеристика материалов и методика проведения исследований. Для проведения эксперимента золошлаковую смесь просеивали и использовали в дальнейшем фракцию, прошедшую через сито № 008 (далее – зола). Торфодревесная зола Белорусской ГРЭС характеризуется следующими показателями: насыпная плотность 960 кг/м³; истинная плотность 2300 кг/м³; нормальная густота 24,5%; удельная поверхность 200 м²/кг; влажность 6%. В качестве щелочного активатора использовался гидроксид натрия. Гидроксид натрия предварительно растворялся в воде затворения.

Оптимизация концентрации щелочного активатора выполнялась с применением метода математического планирования эксперимента и обработки данных факторного эксперимента с применением компьютерной программы «PlanExp B-D13», разработанной в среде программирования Microsoft Visual Basic 6.0. Программа ориентирована на работу с трехфакторным планом эксперимента B-D13, который позволяет получать нелинейные квадратичные модели, и обладает хорошими статистическими характеристиками. В качестве варьируемых факторов рассматривались массовая доля золы в составе геополлимерного вяжущего (x_1), массовая доля гидроксида натрия NaOH (x_2) и водозольное отношение (x_3), в качестве результативного фактора – прочность на сжатие геополлимерного камня ($R_{сж}$). Согласно плану эксперимента рассчитывается 10 опытов по 3 параллельных испытания в каждом.

Для определения прочности на сжатие геополлимерного вяжущего изготавливались образцы-кубики с ребром 20×20×20 мм с содержанием компонентов согласно таблице 1. Образцы твердели при температуре 80 °С в течение 24 часов, а затем испытывались через 24 часа нормально-влажностного твердения на прочность на испытательном прессе немецкого производства Testingbluhm&feuerherdtgmbh модель C089-04.

Матрица планирования и результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Матрица планирования и результаты эксперимента

Номер опыта	Матрица планирования			Натуральные значения переменных			Прочность на сжатие, $R_{сж}$, МПа		
	x_1	x_2	x_3	Зола	NaOH	В/З	y_1	y_2	y_3
1	-1	-1	-1	0,6	0,09	0,224	2,30	2,34	2,24
2	+1	-1	-1	1	0,09	0,224	3,85	4,23	3,65
3	-1	+1	-1	0,6	0,19	0,224	4,04	4,13	3,48
4	-1	-1	+1	0,6	0,09	0,294	2,19	2,21	2,20
5	-1	0,19	0,19	0,6	0,149	0,265	2,80	2,76	2,15
6	0,19	-1	0,19	0,838	0,09	0,265	2,84	3,49	3,65
7	0,19	0,19	-1	0,838	0,149	0,224	5,33	5,20	5,23
8	-0,29	+1	+1	0,742	0,19	0,294	2,04	1,93	2,20
9	+1	-0,29	+1	1	0,125	0,294	2,43	2,60	2,48
10	+1	+1	-0,29	1	0,19	0,248	4,06	3,96	3,43

При затворении золошлаковых смесей щелочными растворами гидроксида натрия разной концентрации были получены разные по подвижности смеси от сухой до пластичной. Пластичные смеси были получены для составов 4, 5, 8, 9, но показатели прочности для этих составов уступают более жестким смесям, что свидетельствует об избыточном количестве воды в составах.

По результатам эксперимента получена адекватная математическая модель, для визуализации которой построена диаграмма линий равного уровня (изолиний), представляющая собой проекцию трехмерной поверхности на плоскость (x_1 ; x_2) при $x_3 = \text{const} = 0,259$ (рис. 1).

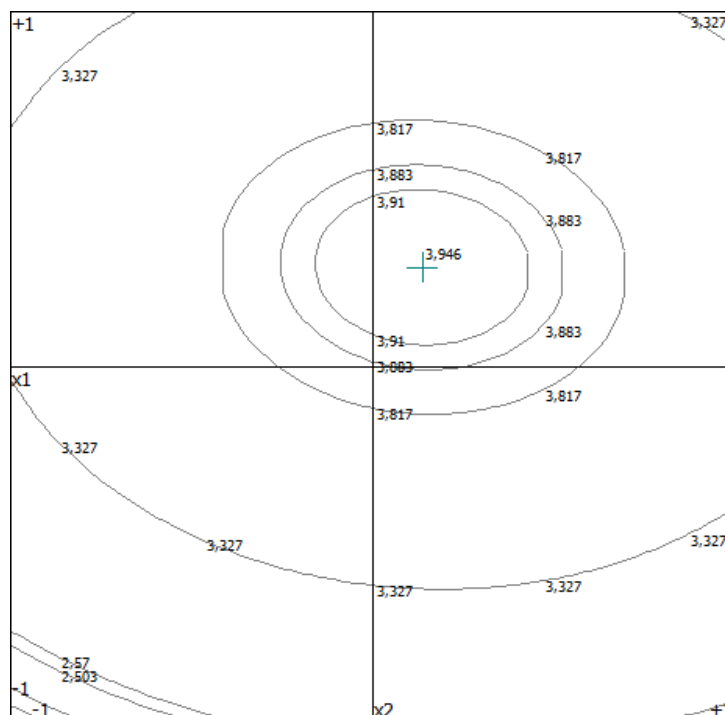


Рисунок 1. – Диаграмма изолиний математической модели прочности на сжатие золошлакощелочного вяжущего при $x_3 = 0,259$

С использованием математического планирования эксперимента найден экстремум функции отклика, который составляет $Y = 3,946$ МПа. Экстремум достигается при значениях переменных $x_1 = 0,279$ и $x_2 = 0,137$. Таким образом, определена оптимальная концентрация щелочного активатора, которая составила 54,3%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Парфенова, Л.М., Высоцкая, М.Н., Пауло А.Л. Фернандес Комплексное вяжущее на основе портландцемента и золошлаковых отходов ТЭС / Л.М. Парфенова, М.Н. Высоцкая, Пауло А.Л. Фернандес // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – № 8. – 2018. – 60–66 с.
2. Ерошкина, Н.А., Коровкин, М.О., Коровченко, И.В. Свойства геополимерного вяжущего на основе золы-уноса Томь-Усинской ГРЭС / Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин, И.В. Коровченко // Новый университет. Серия: Технические науки. –2014. –№ 12 (34). – 30–34 с.
3. Ерошкина, Н.А., Коровченко, И.В., Тымчук, Е.И., Коровкин, М.О. Геополимерные вяжущие на основе зол-уноса и горных пород // Современные научные исследования и инновации. –2015. –№ 4. – Ч. 1 [Электронный ресурс]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/04/51849>. – Дата обращения: 23.09.2018.
4. Способ получения гидроактивированного композиционного зольного вяжущего: пат. 2346904 РФ, МПК С04В 7/28 / Л.А. Урханова, П.К. Хардаев, Н.Н. Костромин. – Дата публ.: 10.11.1995.

УДК 691.5

ИЗВЕСТЬ КАК УСКОРИТЕЛЬ ТВЕРДЕНИЯ ГЕОПОЛИМЕРНОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ ТОРФОДРЕВЕСНОЙ ЗОЛЫ

В.В. ДЕРУГИН, Е.А. РАЗУЕВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЕНОВА)

Рассмотрено влияние гидратной извести на прочность на сжатие геополимерного вяжущего на основе торфодревеснойзолы. Показано, что при дозировке 5% от массы золы гидратная известь повышает прочность геополимерного камня в 1,76 раза.

К наиболее перспективным вяжущим, которые рассматриваются рядом исследователей [1–4] в качестве ресурсо- и энергосберегающей альтернативы портландцемента, сегодня относят геополимерные вяжущие. В сравнении с портландцементом можно отметить следующие преимущества этой группы вяжущих: возможность использования в их производстве промышленных отходов – шлаков, зол, шламов, отходов обогащения полезных ископаемых; материалы на основе геополимерных вяжущих в ряде случаев имеют более высокую коррозионную стойкость и долговечность [1, 2]. Получают геополимеры путем растворения и реакций поликонденсации между реакционноспособным алюмосиликатным материалом и щелочным раствором. В работе [2] процесс геополимеризации рассмотрен на примере твердого материала летучей золы в щелочном растворе. Отмечается, что геополимеризация включает три последовательно протекающих кинетических процесса: стадия 1 – растворение, стадия 2 – диффузия через пористый слой и стадия 3 – диффузия через плотный слой. Авторы изобретения [2] считают, что высокой механической прочностью (например, прочности на сжатие) геополимерного изделия можно достигать путем регулирования составов, включая дополнительно ускорители гелеобразования, ускорители твердения. В качестве ускорителей твердения могут применяться обогащенные кальцием пуццолановые материалы, такие как силикаты кальция и алюминаты кальция, которые являются главными ингредиентами в портландцементе (например, C2S, C3S, C3A), гидроксид кальция, или гашеная известь, реакционноспособный оксид магния или гидроксид магния, гипс и родственные соединения.

В данной работе в качестве алюмосиликатного сырья применялись золошлаковые отходы Белорусской ГРЭС, полученные при сжигании торфо-древесной топливной смеси. Для проведения экспериментов выбран ресурсосберегающий способ подготовки золошлаковой смеси, исключая дополнительный помол. Золошлаковую смесь просеивали и использовали фракцию, прошедшую через сито № 008 (далее – зола). Торфо-древесная зола Белорусской ГРЭС характеризуется следующими показателями: насыпная плотность 960 кг/м³; истинная плотность 2300 кг/м³; нормальная густота 32,5%; удельная поверхность 200 м²/кг; влажность 6 %. Химический состав торфо-древесной золошлаковой смеси (мас.%) представлен в таблице 1.

Таблица 1. – Химический состав торфо-древесной золошлаковой смеси Белорусской ГРЭС (мас.%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	ппп
87,62	4,39	1,08	3,08	0,55	0,61	1,79	0,24	0,19	<0,10	0,07

Ранее проведенные исследования показали, что при взаимодействии низкокальциевой торфо-древесной золы Белорусской ГРЭС и щелочного раствора гидроксида натрия Na(OH), прочность на сжатие геополимерного камня составляет 5,33МПа. Для повышения прочности на сжатие геополимерного камня было решено в состав геополимерной композиции ввести ускоритель твердения, в качестве которого использовалась известь строительная гидратная без добавок, сорт второй по ГОСТ 9179-77 ОАО «Красносельскстройматериалы».

По химическому составу зола Белорусской ГРЭС сопоставима с микрокремнеземом, который содержит 90–92% SiO₂. В исследованиях [3, 4] отмечается, что реакция микрокремнезема с известью происходит очень быстро, что вызывает образование большого слоя гидратированного диоксида кремния. Этот слой является нестабильным и быстро превращается в гидрат силиката кальция CSH геля. Из-за высокой реакционной способности частиц микрокремнезема, свободная известь исчезает между 7 и 28 дней периода твердения. CSH гель, образованный в этой реакции, является гораздо более кристаллическим, чем CSH гель, образованный в результате гидратации портландцемента [3, 4]. Таким образом можно предположить, что при правильно подобранной дозировке, введение извести позволит повысить прочность на сжатие геополимерного камня.

Эксперименты проводились при водозольном отношении 0,33, в качестве активатора использовал-

ся гидроксид натрия, дозировка извести составляла 5%, 10% и 15% от массы золы. Из полученной пластичной массы формовали образцы кубиков с размером ребра 20 мм. Образцы помещали в сушильный шкаф SNOL, где они твердели в течение 24 часов при температуре 80 °С, затем температура повышалась до 100 °С и процесс продолжался ещё 48 часов. Прочность образцов на сжатие определяли через 72 часа после температурной обработки. Испытания образцов на сжатие осуществлялись на испытательном прессе ПГМ-500МГ 4А. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

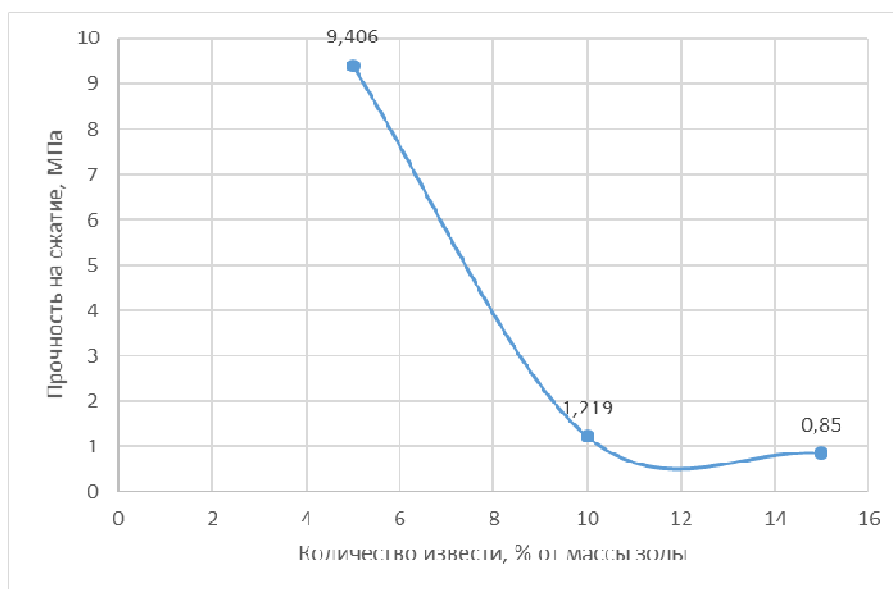


Рисунок 1. – График зависимости прочности образца от процентного содержания извести

Экспериментально установлено, что введение в геополимерную композицию гидратной извести, в количестве 5% от массы золы, приводит к повышению прочности на сжатие геополимерного камня в 1,76 раза по сравнению с прочностью образцов без извести и составляет $R_{сж} = 9,4$ МПа. Дальнейшее увеличение дозировки до 10% и 15% от массы золы приводит к снижению прочности в 4,37 и 6,27 раза соответственно, что может быть вызвано повышением содержания оксида кальция, сокращением времени схватывания и, как следствие, образованием дефектной структуры при твердении в воздушно-сухих условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерошкина Н.А., Коровкин М.О., Тымчук Е.И. Выбор модифицирующих добавок для геополимерного вяжущего на основе магматических горных пород // Современные научные исследования и инновации. 2014. №11. Ч.1 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/11/40897> (дата обращения: 27.09.2019).
2. Геополимерные композиционные связующие с заданными характеристиками для цемента и бетона; патент RU№2517729 / Пег Ян, Гон Вэйлян, Лутце Вернер; заявитель ТЕ КАТОЛИК ЮНИВЕРСИТИ ОВ АМЕРИКА; заявл.: 21.01.10; опубл.: 27.05.2014.
3. Adriano, P., A. Santos Silva, R. Veiga, J. Mirão, and A. E. Candeias. "Microscopic characterisation of old mortars from the Santa Maria Church in Évora." *Materials Characterization* 60, no. 7 (2009): 610-620.
4. Ramezaniapour, Ali Akbar. *Cement replacement materials: properties, durability, sustainability*. SpringerScience&BusinessMedia, 2013.

УДК 666.71

ВЛИЯНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭС НА ПЛОТНОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ КЕРАМИЧЕСКОГО ЧЕРЕПКА

П.А. ЗАДОРА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЕНОВА)

В статье приведены результаты исследований влияния содержания в шихте золы на плотность и прочность керамического черепка. Показано, что изменяя количество золы в составе шихты можно варьировать прочность от 36 МПа до 10 МПа при изменении плотности от 1785 кг/м³ до 1600 кг/м³.

Переход теплоэлектростанций на местные виды топлива: торф, древесную щепу, торфо-древесную смесь, приводит к неуклонному росту золоотвалов на территории Республики Беларусь. Сложности с использованием любых промышленных отходов связаны с разнообразием их химического и гранулометрического состава, не исключением являются и золошлаковые отходы ТЭС, состав которых отличается на каждой ТЭС и даже в условиях одного золоотвала. Исследованию свойств угольной золы ТЭС и возможности ее использования в строительной индустрии посвящено достаточное количество научных работ. Известно, что одним из направлений утилизации угольной золы является ее применение при производстве керамического кирпича. В этой связи актуальным являются исследования возможности применения при производстве керамического кирпича золошлаковых отходов ТЭС, полученных при сжигании торфа и древесной щепы.

Для экспериментальных исследований использовалась глинистое сырье месторождения «Осетки». Глинистое сырье месторождения «Осетки» имеет неоднородную окраску, плотную комковую структуру, хорошо размокает в воде. Карьерная влажность составляет 22–32%. Число пластичности 13,7–23,3. Интервал спекания 50 °С. Химический состав глины приведен в таблице 1.

Таблица 1. – Химический состав глины месторождения «Осетки»

Компоненты	Содержание, % масс.	Компоненты	Содержание, % масс.
SiO ₂	52,80	MgO	2,15
Al ₂ O ₃	17,30	K ₂ O	5,65
Fe ₂ O ₃	6,68	CaO	5,18
Na ₂ O	0,69	TiO ₂	0,66
SO ₃	-	ппп	8,01

Глинистое сырье по содержанию оксида алюминия относится к группе полукислых глин (Al₂O₃ ≥ 15%). Содержащиеся в ней оксиды кальция и магния находятся в качестве карбонатных соединений, которые, также, как и оксид железа, являются флюсующей составляющей сырья. Указанные соединения в сочетании с оксидом алюминия говорят о легкоплавкости глины, что может сыграть положительную роль при формировании структуры керамического изделия с использованием зол ТЭС за счет образования первоначального расплава на начальных этапах обжига.

В качестве минеральной добавки применялась золошлаковая смесь Белорусской ГРЭС г.п. Ореховск Витебской области. Характеристики зольной составляющей торфодревесной золошлаковой смеси и ее химический состав представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. – Характеристики зольной составляющей торфодревесной золошлаковой смеси

Насыпная плотность, кг/м ³	Плотность зерен, кг/м ³	Нормальная густота, %	Удельная поверхность, м ² /кг	Влажность, %
960	2100	24,5	150	6

Таблица 3. – Химический состав торфодревесной золошлаковой смеси Белорусской ГРЭС (мас. %)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	ппп
87.62	4.39	1.08	3.08	0.55	0.61	1.79	0.24	0.19	<0.10	0.07

По химическому составу золошлаковая смесь состоит в основном из оксидов кремния и алюминия (92%). По модулю основности (M₀ < 1) золошлаковая смесь относится к кислым, содержание оксида кальция и оксида магния составляет 3,63%.

Плотность и прочность керамического черепка определялась при разном процентном содержании золы в шихте: от 10% до 80% по массе. Применялась зольная составляющая золошлаковой смеси двух видов: просеянная через сито № 008, с удельной поверхностью 150 м²/кг и механоактивированная на шаровой мельнице в течение 120 минут, с удельной поверхностью 230 м²/кг. Из полученных шихт методом пластического формования изготавливались образцы-кубики с ребром 20 мм. Сушка образцов

осуществлялась в течение 48 часов при температуре 100 °С в сушильном шкафу SNOL 60/300 до остаточной влажности 4–6%. Обжиг осуществлялся при температуре 1000°С в электропечи камерной ПКС-30/12,5 ООО «ТермоСвар». Испытания образцов на сжатие осуществлялись на испытательном прессе немецкого производства Testing bluhm & feuerherdt gmbh модель C089-04. Размеры готовых образцов проверялись с помощью цифрового штангенциркуля типа I. Диапазон измерения прибора составляет 0–150 мм, скорость измерения – не более 1,5 м/с. Масса образцов определялась с помощью электронных весов ВК-300.

При введении в состав шихты золы наблюдается изменение окраски образцов после обжига в более светлые оттенки красного. Данный эффект можно объяснить присутствием в золе окислов щелочных металлов (Na₂O и K₂O), которые ослабляют красящее действие Fe₂O₃ и TiO₂. Известно, что окислы щелочных металлов (Na₂O и K₂O) являются плавнями, понижают температуру обжига и придают керамическому черепку большую прочность.

Результаты определения плотности и прочности керамического черепка при добавлении в шихту золы представлены в таблице 4.

Таблица 4. –Плотность и прочность керамического черепка с торфодревесной золой

Номер состава	Содержание компонентов, % по массе		Плотность, кг/м ³ , при введении в шихту золы с удельной поверхностью, м ² /кг		Прочность на сжатие, МПа, при введении в шихту золы с удельной поверхностью, м ² /кг	
	глина	зола	150	230	150	230
1	100	0	1785,72	1785,72	36,78	36,78
2	90	10	1724,93	1836,31	35,48	40,48
3	80	20	1715,71	1773,06	33,92	35,89
4	70	30	1710,00	1755,40	25,69	32,74
5	60	40	1619,43	1720,73	17,98	26,50
6	50	50	1608,52	1710,67	11,20	23,99
7	40	60	1547,89	1645,42	7,99	18,27
8	30	70	1522,78	1532,13	5,25	9,00
9	20	80	1498,36	1501,89	2,21	4,15

Анализ полученных результатов, показывает, что введение в состав шихты золы с удельной поверхностью 150 м²/кг приводит к снижению плотности керамического черепка, вследствие выгорания органики. Плотность снижается пропорционально введению золы, и изменяется от 1785,72 кг/м³ до 1498,36 кг/м³. Применение золы с удельной поверхностью 230 м²/кг привело к уплотнению структуры только при дозировке 10% по массе, дальнейшее увеличение дозировки также приводит к снижению плотности с 1785,72 кг/м³ до 1501,89 кг/м³.

Установлено снижение прочности керамического черепка при увеличении дозировки золы в составе шихты. При введении золы с удельной поверхностью 150 м²/кг в количестве 40% по массе прочность снижается с 36,78 МПа до 17,98 МПа, то есть в 2 раза. При введении золы с удельной поверхностью 230 м²/кг снижение прочности в 2 раза происходит при дозировке – 60% по массе. При дозировках более 60% по массе наблюдается резкий скачок в снижении прочности. Так, при содержании в составе шихты золы в количестве 80% по массе прочность составляет 2,21 МПа и 4,15 МПа при использовании золы с удельной поверхностью 150 м²/кг и 230 м²/кг соответственно.

Таким образом, торфодревесная зола в составе шихты приводит к снижению плотности керамического черепка, что будет способствовать снижению коэффициента теплопроводности изделий. Введение золы приводит к снижению прочности керамического черепка, при использовании механоактивированной золы падение прочности происходит менее активно. Изменение количества золы в составе шихты от 10% до 50% по массе позволяет получить керамический черепок с прочностью от 36 МПа до 10 МПа при плотности от 1785 кг/м³ до 1600 кг/м³.

УДК 666.71

ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ И УСАДКА КЕРАМИЧЕСКОГО ЧЕРЕПКА С ТОРФОДРЕВЕСНОЙ ЗОЛОЙ

П.А. ЗАДОРА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. ПАРФЕНОВА Л.М.)

В статье приведены результаты исследований водопоглощения и усадки керамического черепка при введении в состав шихты торфодревесной золы в количестве от 10% до 80% по массе. Показано, что увеличение количества торфодревесной золы в составе шихты приводит к увеличению водопоглощения и снижению общей усадки керамического черепка, что свидетельствует о снижении спекаемости сырьевой смеси и формировании более пористой структуры.

Применение промышленных отходов в производстве керамических материалов определяется их химическим составом и влиянием, которое они оказывают на технологические и физико-механические свойства. В процессе обжига керамических изделий происходит образование черепка, вследствие спекаемости глин. Спекаемость обеспечивается за счет эффекта склеивания твердых частиц глины образовавшимся расплавом. При этом за счет сил поверхностного натяжения этого расплава происходит уменьшение объема материала. Введение промышленных отходов в виде добавок в шихту изменяет степень спекания, которая в свою очередь влияет на физико-механические свойства изделий строительной керамики: морозостойкость, паро- и воздухопроницаемость, сцепление с раствором и др. Степень спекания определяется плотностью, водопоглощением и усадкой черепка.

Проведенные исследования были направлены на изучение влияния торфодревесной золы на показатели водопоглощения и усадки керамического черепка. Плотность и прочность керамического черепка с торфодревесной золой были исследованы ранее, и было установлено, что введение золы в количестве от 10% до 80% по массе приводит к уменьшению плотности керамического черепка с 1785 кг/м³ до 1600 кг/м³. Показатель водопоглощения нормируется и согласно СТБ 1160-99 должен быть для полнотелого рядового и лицевого кирпича не менее 8%, для рядовых и лицевых пустотелых изделий – не менее 6%.

Завод по производству керамического кирпича ОАО «Керамика», расположенный в г. Витебске, использует для производства кирпича глину месторождения «Осетки», которая была принята для проведения исследований. Глина имеет карьерную влажность 22–32%, число пластичности 13,7–23,3, интервал спекания 50 °С. Одним из промышленных отходов на территории Витебской области является золошлаковая смесь, получаемая при сжигании торфодревесной топочной смеси на Белорусской ГРЭС. Золошлаковая смесь характеризуется следующими показателями: насыпная плотность 960 кг/м³, плотность зерен 2100 кг/м³, влажность 6%. Химический состав глины и золошлаковой смеси приведен в таблице 1.

Таблица 1. – Химический состав сырьевых материалов (мас.%)

Сырьевые компоненты	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	ппп
Глина месторождения «Осетки»	52,8	17,30	6,68	5,18	2,15	0,69	5,65	0,66	-	-	8,01
Золошлаковая смесь Белорусской ГРЭС	87,62	4,39	1,08	3,08	0,55	0,61	1,79	0,24	0,19	<0,10	0,07

Применялась золная составляющая золошлаковой смеси двух видов: просеянная через сито №008, с удельной поверхностью 150 м²/кг и механоактивированная на шаровой мельнице в течение 120 минут, с удельной поверхностью 230 м²/кг. Водопоглощение и усадка керамического черепка определялись при разном процентном содержании золы в шихте: от 10% до 80% по массе. Из полученных шихт методом пластического формования изготавливались образцы-кубики с ребром 20 мм. Сушка образцов осуществлялась в течение 48 часов при температуре 100 °С в сушильном шкафу SNOL 60/300 до остаточной влажности 4–6%. Обжиг осуществлялся при температуре 1000 °С в электропечи камерной ПКС-30/12,5 ООО «ТермоСвар». Размеры готовых образцов проверялись с помощью цифрового штангенциркуля типа I. Масса образцов определялась с помощью электронных весов ВК-300.

Водопоглощение по объему определялось по разнице между массой высушенных до постоянной массы образцов и массой после нахождения их в воде 48 часов в соответствии с ГОСТ 7025-91. Для определения усадки замерялись линейные размеры образцов-кубиков с точностью 0,1 мм после формования, сушки и обжига. Чтобы повысить точность результатов оценивалась не линейная, а объемная усадка образцов.

Результаты исследований представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2. – Влияние торфодревесной золы на водопоглощение керамического черепка

Номер состава	Содержание компонентов, % по массе		Водопоглощение по объему при введении в шихту золы с удельной поверхностью, м ² /кг	
	глина	зола	150	230
1	100	0	16,00	16,00
2	90	10	12,69	9,00
3	80	20	14,76	16,85
4	70	30	16,76	16,89
5	60	40	16,89	18,03
6	50	50	18,65	19,54
7	40	60	19,91	20,26
8	30	70	20,66	23,91
9	20	80	24,10	24,62

Таблица 3. – Влияние торфодревесной золы на усадку керамического черепка

Номер состава	Содержание компонентов, % по массе		Усадка керамического черепка, %, при введении в шихту золы с удельной поверхностью, м ² /кг					
			150			230		
	глина	зола	воздушная	огневая	общая	воздушная	огневая	общая
1	100	0	14,78	0,29	15,11	29,24	0,49	29,87
2	90	10	13,96	0,57	14,61	18,52	0,45	19,05
3	80	20	12,56	1,73	14,29	16,61	0,52	17,13
4	70	30	12,36	1,65	14,01	14,57	0,54	15,11
5	60	40	7,38	0,54	7,96	12,20	0,56	12,83
6	50	50	5,82	0,67	6,52	11,89	0,42	12,36
7	40	60	1,65	0,51	2,17	5,54	0,66	6,24
8	30	70	0,88	0,38	1,27	2,17	0,64	2,83
9	20	80	0,25	0,38	0,63	0,25	0,38	0,63

Анализ полученных результатов показывает, что водопоглощение керамических образцов увеличивается с 16% до 24% при увеличении количества золы в составе сырьевой смеси. Только при содержании золы в количестве 10% происходит уменьшение водопоглощения до 12,69% и 9% при использовании золы с удельной поверхностью 150 м²/кг и 230 м²/кг соответственно. Увеличение водопоглощения свидетельствует об увеличении пористости, такие материалы имеют повышенные теплотехнические характеристики, газо- и паропроницаемость, что важно при эксплуатации зданий.

Общая усадка керамического черепка при увеличении количества золы в составе сырьевой смеси снижается. Увеличение количества золы оказывает незначительное влияние на усадку в процессе обжига (огневую), что возможно вызвано незначительным содержанием легкоплавких оксидов железа в торфодревесной золе (1,08%) и оксидов щелочных металлов (2,4%), которые обеспечивают формирование дополнительного расплава. Максимальная усадка образцов происходит в процессе сушки, при этом значения воздушной усадки меньше, чем у бездобавочных образцов.

Таким образом, увеличение количества торфодревесной золы в составе шихты позволяет улучшить сушильные свойства образцов, увеличить водопоглощение и снизить общую усадку керамического черепка, что, в целом, свидетельствует о снижении спекаемости сырьевой смеси и формировании более пористой структуры. Полученные результаты показывают возможность применения торфодревесной золы для улучшения теплотехнических характеристик керамических изделий, путем формирования пористой структуры.

УДК 667.6

ИННОВАЦИОННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЖИЛЫХ КОМНАТ ОБЩЕЖИТИЯ

М.А. ЛЕВКОВИЧ, С.В. ТРУХАНОВИЧ

(Представлено: канд. техн. наук О.В. ЛАЗАРЕНКО)

В современных условиях при проектировании новых студенческих общежитий необходимо учитывать обеспечение комфортности жилых комнат, соблюдая функциональные, гигиенические, психологические, эстетические требования к студенческому жилью.

Сложнее обеспечить комфортные условия проживания студентов в построенных зданиях общежитий при сформированном конструктивном и объемно-планировочном решении. Для большинства таких общежитий, построенных в Беларуси, характерна коридорная система с поэтажным размещением жилых комнат небольшой площади ($12 \div 18 \text{ м}^2$), рассчитанных на $2 \div 4$ проживающих, с минимумом мебели.

Рассмотрев сложившуюся предметно-пространственную среду жилых комнат, характерную для большого количества студенческих общежитий Республики Беларусь, нами были разработаны функциональные и эргономичные схемы предметного наполнения пространственной среды комнат (без изменения планировочного решения), на примере общежития №3 Полоцкого государственного университета. При проектировании предметной среды жилых комнат был принят стиль минимализма, наиболее приемлемый для помещений с небольшими площадями и большим количеством функциональных процессов, свойственных жилищу такого назначения (рис. 1).

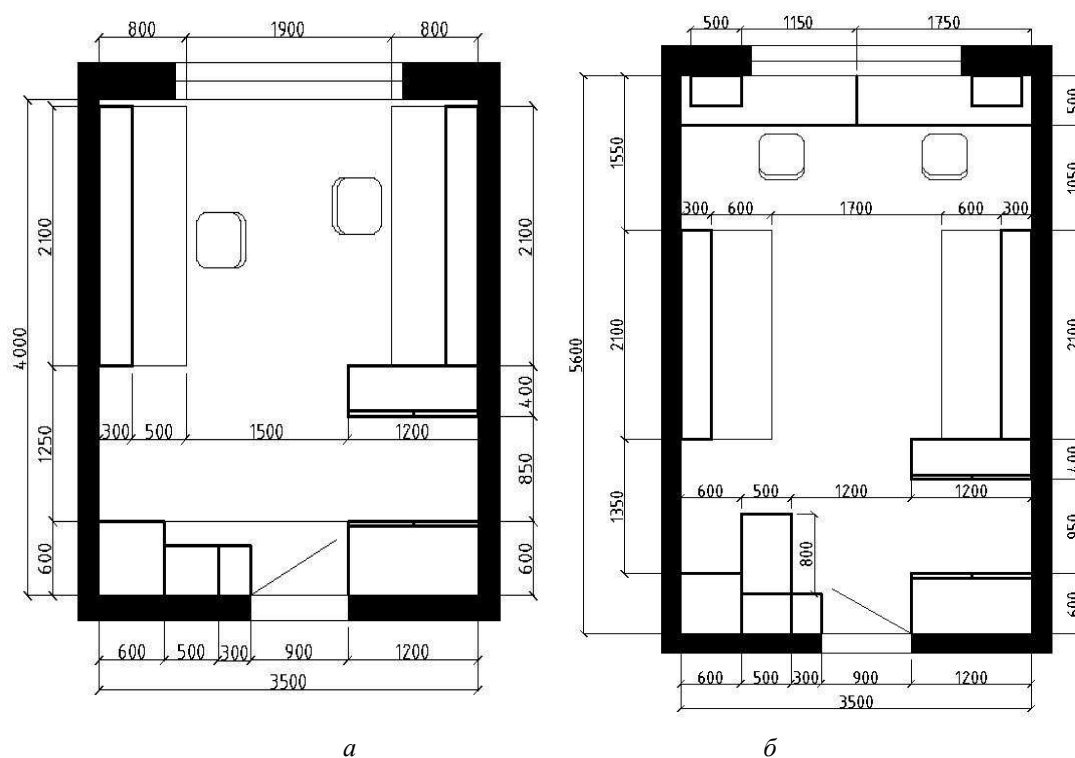


Рисунок 1. – Схемы предметного наполнения трансформируемой мебелью пространственной среды жилых комнат студенческого общежития: а - площадью 12 м^2 для 2-х студентов; б - площадью 18 м^2 для 3-х студентов

Важную роль в формировании комфортной среды играет декорирование поверхностей жилых комнат, цветовые решения, которые влияют на психику проживающего на психофизиологическом и психологическом уровнях, формируя иллюзорные эффекты и эстетическое восприятие интерьера.

Исходя из разработанных схем предметного наполнения среды жилых комнат общежития в стиле минимализма с минимальным количеством декоративных элементов, нами предложено в отделке интерьеров использовать светлые оттенки, которые придадут ощущение простора и в тоже время спокойствия, что значимо для наполненных мебелью комнат площадью $12,18 \text{ м}^2$.

Выбор материалов для декорирования поверхностей выполнялся в соответствии с требованиями действующих нормативных технических правовых актов, принятом общем цветовом решении, назначении помещений и их зонированием. При этом соблюдался принцип гармоничного сочетания между покрытиями пола и стен, пола и потолка, стен и потолка, заключающейся в применении однородных по структуре поверхностей материалов.

Из всех элементов ограждения пространства помещения, наибольшее количество нагрузок и различных воздействий принимает на себя пол. Особенностью выбора материалов для покрытия пола жилой комнаты общежития является то что, в границах комнаты локализованы разные по назначению зоны: входная, гардеробная, приема пищи, рабочая и спальная для каждого студента, и зонирование носит условный характер.

Основные требования, предъявляемые к материалам покрытия пола: эстетичный вид, гигиеничность, экологичность, пожаробезопасность, ремонтпригодность, легкость ухода, долговечность. В связи с многофункциональностью помещений к покрытию пола для разных зон предъявляются дополнительные требования: износостойкость, тепло-, звукоизоляция.

Исходя из рекомендаций ТКП 45-3.02-324-2018 Жилые здания. Строительные нормы проектирования, ТКП 45-5.09-310-2017 Полы. Строительные нормы проектирования [1, 2], в жилых комнатах общежитий рекомендованы напольные покрытия: линолеум, ламинат, дощатое, реечное, сверхтвердые древесноволокнистые плиты, паркетное. Рассматривая каждый из этих материалов с позиции требований можно отметить преимущества и недостатки, но не один из них не отвечает совокупным требованиям, предъявляемым к покрытию пола помещения с разными но связанными между собой зонами.

Нами был выполнен информационный поиск инновационных материалов для покрытия пола в результате, которого выявлены материалы, отвечающими поставленным условия эксплуатации.

1. Виноловое покрытие пола Hoffmann [3]:

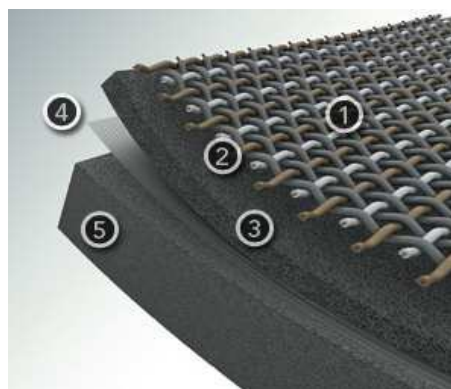


Рисунок 2. – Структура винолового покрытия пола Hoffmann: 1 - декоративный моноволоконный полиэфирный слой; 2, 3, 4 - слои износостойкой основы; 5 – звукоизоляционный слой

Вид изделий: рулоны шириной 1,8 м и панели размером 50x50 см.

2. Покрытие Арт-винил [4]:



Рисунок 3. – Структура покрытия пола Арт-винил: 1 – износостойчивый полиуретановый слой; 2 – прозрачный виноловый защитный слой; 3 - декоративный слой винила; 4 – основной виноловый слой; 5 – влагонепроницаемая основа; 6 – звукоизоляционный слой

Вид изделий: панели размером 45,7x45,7 см, 91,4x15,2 см.

Достоинства данных видов напольных покрытий:

- Декоративность (большое количество расцветок и текстур);
- Влагостойкость;
- Устойчивость ко всем видами механических воздействий;
- Не поддерживают горение и не выделяют ядовитые вещества при повышенных температурах;
- Экологичность (не выделяют в окружающую среду токсичные вещества, препятствуют размножению бактерий);
- Тепло и, звукоизоляция (поглощают звук от внешних источников, гасят звуковые волны внутри помещения);
- Не накапливают статическое электричество;
- Обладают антискользящим свойством.

Гарантия использования в жилом помещении – 25 лет.

Рассмотрев варианты инновационных напольных покрытий, принято решение применить рулонное виниловое покрытие пола Hoffmann, которое обладает всеми необходимыми эксплуатационными характеристиками для жилой комнаты студенческого общежития, обеспечит возможность выполнить разделение зон различными фактурами с меньшим количеством швов в отличие от покрытия Арт винил. Средняя стоимость сопоставима с ценой качественного ламинированного покрытия.

Для покраски потолков выбрана краска CapaSilan фирмы CAPAROL [5]. Достоинства инновационной краски CapaSilan:

- Длительное время раскрытия – нанесение без видимых следов стыковки отдельных участков (применяется для поверхностей с интенсивным скользящим светом);
- Образуется матовую поверхность;
- Паропроницаема;
- Экологична (не содержит растворителей);
- Обладает высокой укрывистостью.

Для покрытия стен во всех зонах комнат подобрана инновационная краска Premium Clean (Премиум Клин) [6]. Несмотря на матовую поверхность, отличается особой устойчивостью к нагрузкам и превосходно подвергается чистке.

Достоинства инновационной краски PremiumClean:

- Влагостойкость;
- Износостойкость, устойчивость к царапинам;
- Экологичность;
- Гигиеничность.

Предложенное декорирование поверхностей жилых комнат общежития соответствует нормам и правилам проектирования, функционально и дополняет составляющие комфортного проживания студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жилые здания. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.02-324-2018. - Введ. 13.04.2018. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, –2018. – 20 с.
2. Полы. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-5.09-310-2017. – Введ. 01.12.2017. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, –2018. – 30 с.
3. Уникальное напольное покрытие из плетеного винила [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hmann.ru/>. – Дата доступа: 10.06.2019.
4. Арт-виниловое покрытие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pol-exp.com/art-vinil-parolnoe-pokrytie/>. – Дата доступа: 10.06.2019.
5. Интерьерная краска CapaSilan (КапаСилан) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.caparol.by/produkty/kraski/kraski-dlja-intererov/matovye-kraski/capasilan.html>. – Дата доступа: 01.06.2019.
6. Краска акриловая Caparol CP PremiumClean [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://udacor.ru/>. – Дата доступа: 03.07.2019.

УДК 691

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ, ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ И
ДЕФОРМАЦИИ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ С
ВКЛАДЫШАМИ-ПУСТОТООБРАЗОВАТЕЛЯМИ ИЗ ПРЕССОВАННОЙ СОЛОМЫ

В.А. ПЯТНИЦА, А.А. ОРЛОВСКАЯ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.С. АЛЬ НАХДИ)

Приведены результаты экспериментальных исследований прочности, трещиностойкости и деформативности монолитного железобетонного перекрытия: сплошного, с однонаправленным расположением прямоугольных неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей из прессованной соломы.

Введение. Устройство строительных конструкций является важным и необходимым этапом жизненного цикла строительства. Именно на данном этапе происходит практическая реализация проектных решений и формирование фактических параметров надежности конструктивных элементов здания. Актуальной задачей в современном строительстве является уменьшение материалоемкости конструкции путем применения технологических приемов и рационального использования материалов. В данной статье описываются проблемы влияния высокого собственного веса железобетонных перекрытий на конструктивные элементы здания, а также пути их решения с помощью использования неизвлекаемых вкладышей – пустотообразователей [1].

Цель исследований. Исследование прочности, трещиностойкости и деформации монолитных железобетонных плит перекрытия с интегрированными вкладышами-пустотообразователями, а также сравнение данного решения с классическим вариантом полноценной плиты.

Методика исследований. Для проведения испытаний были изготовлены опытные образцы: плита сплошного сечения П-1 и плита П-2 с однонаправленным расположением прямоугольных неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей из прессованной соломы. Характеристики плит указаны в таблице 1.

Таблица 1. – Характеристики плит П-1 и П-2

№	Наименование	Размеры, мм			Объемный вес, $\frac{кг}{м^3}$	Класс арматуры
		b	h	l		
1	П-1	600	180	2000	25	S500
2	П-2	600	180	2000	25	S500

Формирование образцов было произведено из бетона С16/20 в 3 замеса на каждый образец в опалубке из деревянных щитов с металлической обшивкой.

Армирование всех опытных образцов было одинаковым. Сетка С1 (нижняя) с продольной арматурой: 3 ϕ 12, поперечной: 7 ϕ 6. Сетка С2 (верхняя, конструктивная) с продольной арматурой: 3 ϕ 6, поперечной: 7 ϕ 6.

Схема армирования показана на рисунке 1.

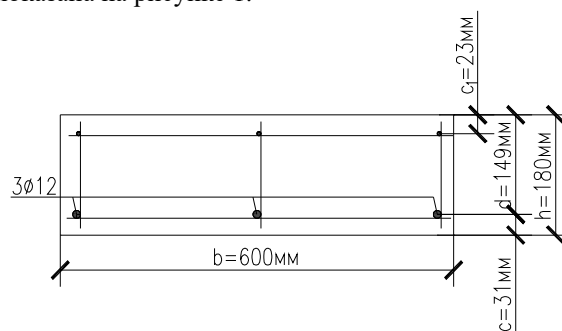


Рисунок 1. – Схема армирования плит П-1 и П-2

Испытания опытных образцов сосредоточенной нагрузкой по одной схеме: расстояние между сосредоточенными силами принято равным 617 мм;

Нагрузку создавали гидравлическим 20-тонным домкратом;

Ширина раскрытия трещин измерялась при помощи микроскопа МПБ-2 с точностью 0,05мм;

В середине пролета плиты с обеих сторон и на опорах проводились измерения перемещения точек с точностью 0,01 мм прогибомерами БПАО.

Схема испытаний опытных образцов показана на рисунке 2.

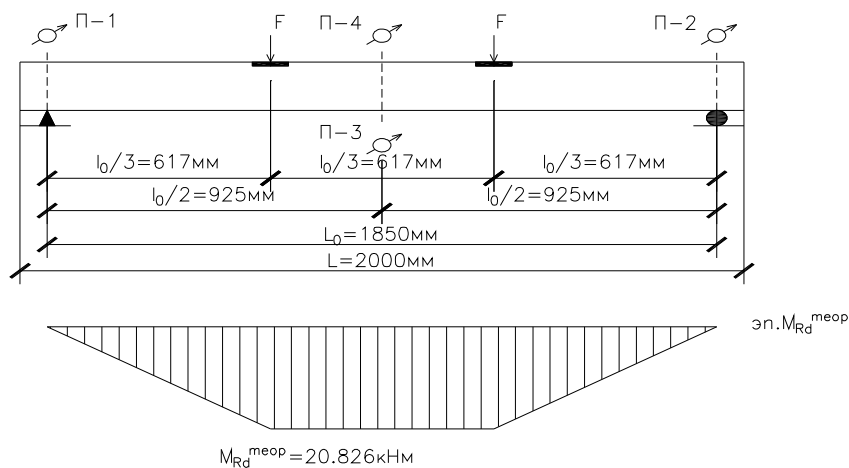


Рисунок 2. – Схема испытаний опытных образцов

Определение характеристик бетона по результатам испытания стандартных кубов.

По результатам испытаний контрольных образцов из бетона выполненных в виде: кубов (рис. 3) 100x100x100 мм и призм 100x100x400 мм, проводимых на прессе П-100 получено следующее значение: $f_{ck} = 16\text{МПа}$.

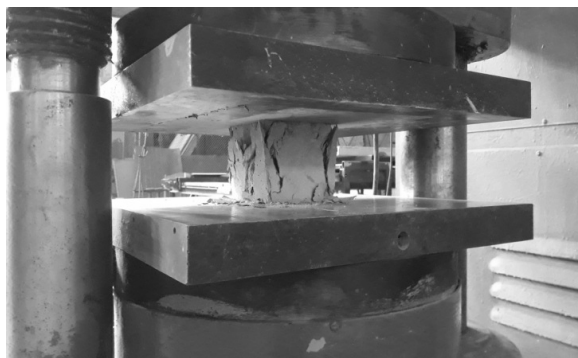


Рисунок 3. – Испытание контрольных образцов из бетона в виде кубов

Результаты исследований.

Каждый этап нагружения опытных образцов под сосредоточенной нагрузкой фиксировался, измерялись перемещения, прогибы, трещины. Также был контроль характера разрушения образцов – по нормальным сечениям.

Все данные после испытаний проанализированы, по ним были построены соответствующие графики зависимостей.

Характер разрушения опытных образцов П-1 (рис. 4) и П-2 (рис. 5) был одинаков, которые разрушились по наклонным сечениям.



Рисунок 4. – Общий вид плиты П-1 после разрушения

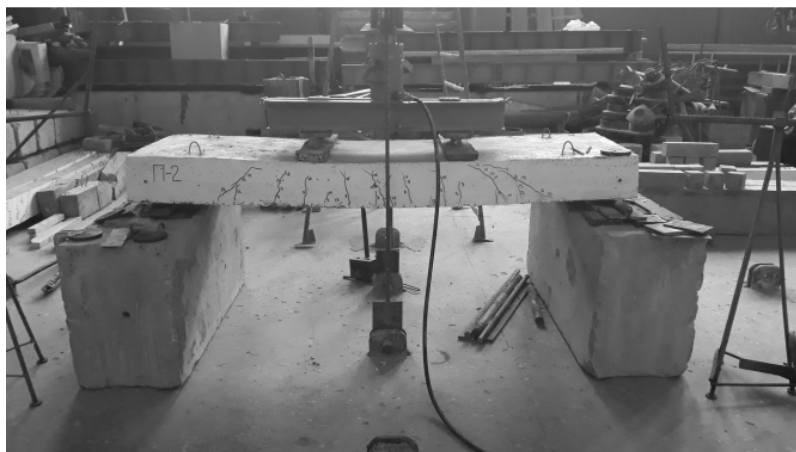


Рисунок 5. – Общий вид плиты П-2 после разрушения

График зависимости прогиба плиты П-1 и П-2 от сосредоточенной силы (рис. 6).

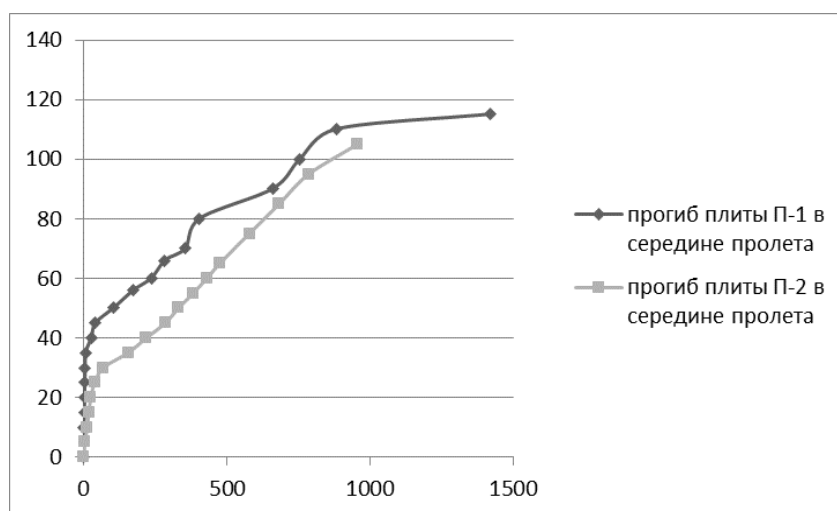


Рисунок 6. – График зависимости прогиба плиты П-1 и П-2 от сосредоточенной силы

График зависимости ширины раскрытия трещин плиты П-1 и П-2 от сосредоточенной силы (рис. 7).

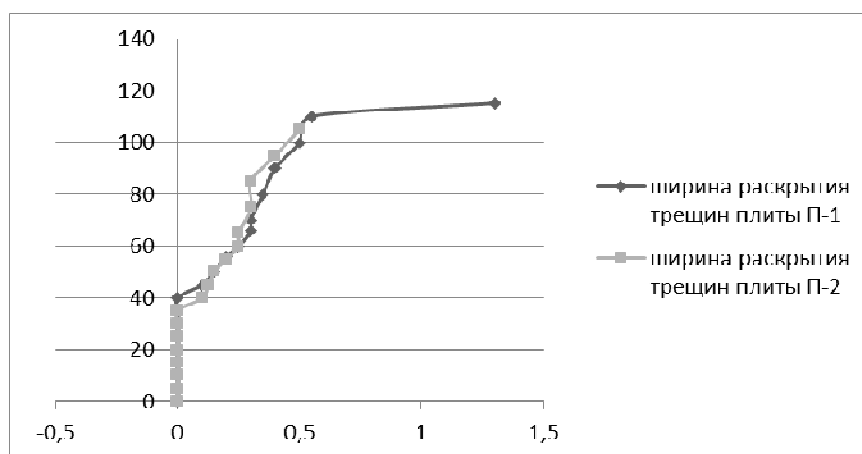


Рисунок 7. – График зависимости ширины раскрытия трещин плиты П-1 и П-2 от сосредоточенной силы

Карта трещин на боковой поверхности и схема разрушения балки П-1 и П-2 показаны на рисунке 8.

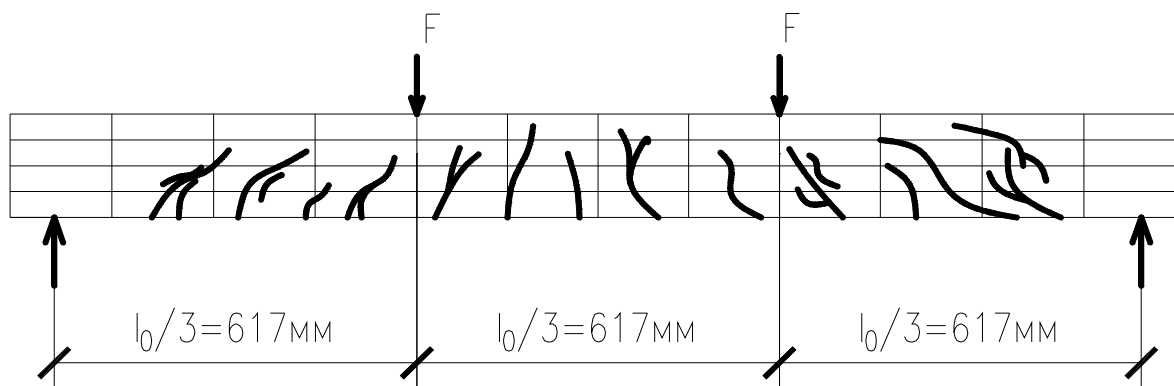


Рисунок 8. – Карта трещин на боковой поверхности и схема разрушения балки П-1 и П-2

Заключение. Теоретические значения изгибающего момента меньше, чем опытные. Опытные и теоретические результаты работы плиты П-1 и П-2 показаны в таблице 2.

Таблица 2. – Опытные и теоретические результаты работы плиты П-1 и П-2

Наименование плиты	Внешняя нагрузка, соответствующая теоретическому моменту трещинообразования: кНм			Нагрузка, соответствующая экспериментальному моменту разрушения: кНм		
	Опытная $F_{\text{опт}}^{\text{внеш}}$	Расчетная $F_{\text{ст.т}}^{\text{внеш}}$	$\frac{F_{\text{опт}}^{\text{внеш}} - F_{\text{ст.т}}^{\text{внеш}}}{F_{\text{ст.т}}^{\text{внеш}}}$	Опытная $F_{\text{опт}}^{\text{раз}}$	Расчетная $F_{\text{ст.т}}^{\text{раз}}$	$\frac{F_{\text{опт}}^{\text{раз}} - F_{\text{ст.т}}^{\text{раз}}}{F_{\text{опт}}^{\text{раз}}}$
П-1	30	18,81	37,3	115	62,35	45,78
П-2	35	18,32	47,66	115	63,52	44,77

Выводы:

- Опытная нагрузка плиты П-1 и П-2, соответствующая экспериментальному моменту разрушения больше расчётной соответственно на 45,78% и 47,66%;
- Опытная внешняя нагрузка плиты П-1 и П-2, соответствующая теоретическому моменту трещинообразования больше расчётной соответственно на 37,3% и 44,77%;
- С использованием пустотообразователей расход бетона снизился на 28,8 %;
- Деформативность фрагментов монолитного железобетонного перекрытия (цельного и продольным расположением вкладышей) различная, но разница их очень незначительная;
- Наибольшие деформации имеет плита П-2 с расположением вкладышей, меньшие –плита П-1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фоломеев А. А. Снижение материалоемкости железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1974. – 66 с.

УДК 691

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ С
ВКЛАДЫШАМИ-ПУСТОТООБРАЗОВАТЕЛЯМИ ИЗ ПРЕССОВАННОЙ СОЛОМЫ****В.А. ПЯТНИЦА, А.А. ОРЛОВСКАЯ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.С. АЛЬ НАХДИ)*

Рассматривается вопрос о использовании монолитного железобетонного перекрытия с однонаправленным расположением прямоугольных неизвлекаемых вкладышей-пустотообразователей из прессованной соломы.

Применение монолитного железобетона позволяет реализовывать многообразие архитектурных форм, а также сократить расход материалов. В монолитных зданиях существует возможность перепланировки помещений в период эксплуатации без риска повреждения несущих конструкций; позволяет в короткие сроки возводить здания и сооружения практически любой этажности и формы.

Несмотря на все преимущества монолитного железобетона, он имеет несколько критических недостатков, таких как большой вес. Большой вес конструкций из железобетона приводит к тому, что требуется много трудоемких работ по уходу за бетонной смесью, и в процессе твердения конструкций из монолитного железобетона. Одной из наиболее перспективных направлений, в вопросе экономии строительных материалов – снижение веса железобетонных конструкций, облегчение всего здания, с пониженной потребностью в материалах.

Методы снижения расхода бетона показаны на рисунке 1.

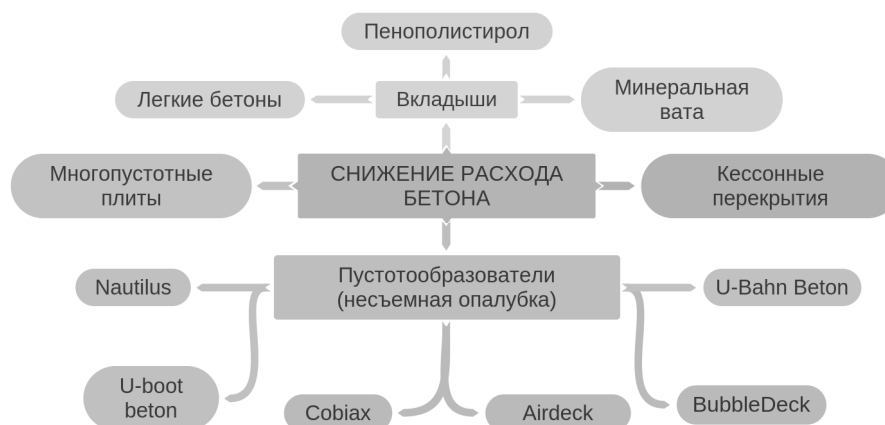


Рисунок 1. – Методы снижения расхода бетона

В отечественной и зарубежной практике с целью облегчения конструкций, при возведении монолитных перекрытий, давно применялись бумажные, картонные и пластиковые трубы для устройства пустот и уменьшения веса перекрытий [1].

Для оптимизации процесса целесообразно использовать вкладыши из относительно легких и дешевых материалов.

Конструктивно-технологические решения монолитных перекрытий с пустотообразующими эффективными вкладышами связаны с проблемами ресурсо- и энергосбережения, поскольку существенно уменьшают расходы бетона как очень энергоемкого материала, а также собственный вес перекрытия и, соответственно, количество рабочей арматуры.

К вкладышам предъявляют определенные требования:

- Собственный вес вкладыша должен быть меньше веса вытесняемого бетона;
- Стоимость вкладыша должна быть меньше (в крайнем случае, равна) стоимости вытесняемого бетона;
- Прочность вкладыша должна обеспечивать технологичность его применения. Т.е. иметь прочность, позволяющую свободно перемещаться рабочим по ним во время производства работ;
- Должны обладать водостойкостью, морозостойкостью, теплостойкостью;
- Удовлетворять санитарным нормам.

По форме вкладыши могут быть различными. Это могут быть шары, геоиды, призмы различных форм, усеченные пирамиды, трубы и др.

Применение тех или иных типов вкладышей, как правило, зависит от конструктивной схемы здания, а так же от доступности различных материалов в каждом регионе.

В УО Полоцкого государственного университета разработан и предложен новый экологический материал из прессованной соломы в качестве неизвлекаемого вкладыша-пустотообразователя в монолитные плиты перекрытий (рис. 2). Его характеристики показаны в таблице 1.



Рисунок 2. – Неизвлекаемый вкладыш-пустотообразователь из прессованной соломы

Таблица 1. – Характеристики вкладыша-пустотообразователя из прессованной соломы

Размеры, мм			Объемный вес, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Количество, шт
b	h	l		
185	80	1000	833,33	4

Расположение экологического материала из прессованной соломы показано на рисунке 3.



Рисунок 3. – Расположение неизвлекаемого вкладыша-пустотообразователя из прессованной соломы

Наличие пустот в толще перекрытия отражается на способе бетонирования. Без специальных мероприятий вкладыши начинают всплывать при уплотнении бетона. Чтобы избежать данного эффекта перекрытия заливают послойно с минимальным перерывом бетонирования. Продолжительность перерыва между укладкой смежных слоев бетонной смеси без образования рабочего шва не должна превышать срок начала схватывания бетонной смеси предыдущего слоя. [2, п. 4.3.12]

На первом этапе бетонируется слой до нижней грани вкладыша с уплотнением бетонной смеси. Вторым этапом бетонируется оставшаяся часть. Уплотнение бетона второго слоя бетона производится таким образом, чтобы не затрагивать нижний слой.

Методы расчета и конструирования плиты с вкладышами-пустотообразователями приведены во множестве учебников [3] и методических указаний [4]. В общем случае расчет плиты с вкладышами-пустотообразователями сводится к расчету однопролетной двутавровой балки эквивалентного сечения (сечения считаются эквивалентными при совпадении геометрических характеристик).

Подводя итоги, можно сказать, что использование облегченных перекрытий позволяет:

1. Сократить расход арматуры на 20% и бетона на 32%.
2. Уменьшить толщину и вес перекрытия на 35%, по сравнению с обычным монолитным перекрытием, сохранив воспринимаемые им нагрузки.
3. Снизить деформации.
4. Увеличить пролет и полезную площадь здания.
5. Оптимизировать конструкции фундамента и сократить объем земляных работ, а в некоторых случаях позволяет полностью исключить необходимость использования свайных фундаментов.
6. Вести строительство на слабых грунтах.
7. Сделать здание сейсмоустойчивым благодаря уменьшению веса здания.
8. Улучшить звукоизоляционные характеристики зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фоломеев А. А. Снижение материалоемкости железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1974. – 66 с.
2. Монолитные бетонные и железобетонные конструкции. Правила возведения: ТКП 45-5.03-131-2009 (02250). – Введ. 14.04.2009. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, - 2009. – 9 с.
3. Пецольд Т.М., Тур В.В. Железобетонные конструкции. Основы теории расчета и конструирования: учебное пособие для студентов строительных специальностей. – Брест, БГТУ, 2003, – с.160.
4. Расчёт и конструирование монолитных железобетонных конструкций многоэтажного производственного здания: Учебно-методическое пособие. БНТУ-Минск 2006.

УДК 666.973.2

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛОКНИСТОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ****М.А. РОЗЫБЕВ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.А. БАКАТОВИЧ)*

Проанализирован опыт применения теплоизоляционных материалов на волокнистом сырье растительного происхождения. Рассмотрены преимущества и недостатки теплоизоляционных материалов на основе волокна и очесов льна, волокна конопли, древесины, кокоса, волокна коры масличной пальмы. Приведены основные эксплуатационные характеристики теплоизоляционных материалов.

В настоящее время большой интерес вызывают теплоизоляционные материалы на заполнителях растительного происхождения. Разработкой и производством таких материалов занимаются во всех регионах мира, используя в основном местные сырьевые ресурсы. Теплоизоляционные материалы на растительном сырье приобретают популярность благодаря своей экологической чистоте и постоянной возобновляемой сырьевой базе. Данные материалы уже сейчас составляют конкуренцию традиционным минераловатным плитам и матам, формируемым из базальтовых и стеклянных волокон.

Минераловатные материалы при плотности 30–190 кг/м³ обеспечивают коэффициент теплопроводности 0,032–0,048 Вт/(м·°С) и коэффициент паропроницаемости 0,3 мг/(м·ч·Па) коэффициент звукопоглощения – 0,75–0,9, прочность на сжатие при 10% деформации – 0,005–0,08 МПа. Применение синтетических смол, в том числе и на основе фенолформальдегида оказывает негативное воздействие на здоровье человека и окружающую среду. Для устранения данной проблемы немецкая фирма «Knauf» в последние годы начала применять модифицированный крахмал при склеивании волокон, однако до настоящего времени на экологически безопасном вяжущем выпускаются только мягкие базальтовые плиты, непригодные для устройства термощуб и вентилируемых фасадов с утеплением.

В качестве альтернативы минераловатным плитам и матам могут являться теплоизоляционные материалы на заполнителях растительного происхождения. Так в Беларуси и России выпускают теплоизоляционные плиты «AKOTERM FLAKS» и «Экотеплин» на основе льняных волокон применяемые для тепло- и звукоизоляции стен и перекрытий жилых и общественных зданий [1, 2]. В составе плит «AKOTERM FLAKS» как связующий материал вводят синтетические полиэфирные волокна в количестве 15% от массы заполнителя. Коэффициент теплопроводности плит «AKOTERM FLAKS» равен 0,038 Вт/(м·°С) при плотности 32 кг/м³. Плиты имеют группу горючести Г4, поэтому высокая пожароопасность является основным недостатком утеплителя. Специфика технологии формования не позволяет изготавливать жесткие плиты, в результате мягкий утеплитель нельзя использовать при устройстве термощуб, что ограничивает область применения материала.

Теплоизоляционные плиты «Экотеплин», изготавливают с применением крахмала, как вяжущего компонента, а для огне- и биозащиты волокна обрабатывают солями бора [2]. В результате плиты соответствуют группе горючести Г1 и относятся к слабогорючим материалам. При плотности 32–34 кг/м³, теплопроводность плит «Экотеплин» соответствует 0,037 Вт/(м·°С), а паропроницаемость равна 0,4 мг/(м·ч·Па). По причине низкой плотности утеплитель имеет ограничения по области применения, быстро пропускает воду и намокает, для устранения данного недостатка выполняют изоляцию утепленных стен специальной мембраной. Так же к недостаткам, несмотря на экологическую безопасность плит, относится высокая стоимость утеплителя.

В настоящее время на кафедре строительного производства Полоцкого государственного университета ведутся исследования физико-механических свойств разработанного утеплителя на основе очесов льняных волокон и жидкого стекла. Плитный утеплитель из очесов волокна льна характеризуется коэффициентом теплопроводности 0,036–0,041 Вт/(м·°С) и прочностью на сжатие при 10 % деформации 0,11–0,33 × 10⁻² МПа при плотности 50–110 кг/м³ [3]. Высокая теплоизоляционная способность плит из очесов обусловлена присутствием разделенных из растрепанных пучков элементарных волокон диаметром 8–12 мкм с хаотично-ориентированным расположением в объеме и наличием пустотных каналов в элементарных волокнах диаметром 4–6 мкм, что сопоставимо с размерами полнотелых волокон минеральной ваты, обеспечивающих формирование эффективной изолирующей структуры.

Мох сфагнум также возможно использовать в качестве основного волокнистого компонента плитного утеплителя [4]. Дополнительно в композицию вводится дробленый тростник или солома для устранения усадочных деформаций при сушке утеплителя. Наибольший эффект достигается при замене 40% мха дробленой соломой. При плотности 156–190 кг/м³, коэффициент теплопроводности равен 0,044–

0,046 Вт/(м·°С). Широкое применение утеплителя на основе смеси мха и соломы сдерживает ограничения по сбору мха сфагнома.

В тропических широтах стран Азиатского и Африканского регионов значительный интерес представляет возможность применения в качестве заполнителя для теплоизоляционных плит волокон коры масличной пальмы [5]. Полученные образцы теплоизоляционных плит в процессе испытаний показали следующие характеристики: коэффициент теплопроводности 0,054 Вт/(м·°С), плотность 50 кг/м³. Необходимо отметить, что при испытаниях теплоизоляционный материал показал абсолютную стойкость к появлению плесневелых грибов на поверхности волокон при относительной влажности воздуха 97%, что обусловлено химическим составом самих волокон и климатическими условиями произрастания масличных пальм.

Известно применение джутовых волокон для производства теплоизоляционных материалов обладающих высокой стойкостью к загниванию и вредному воздействию насекомых [6]. Волокна получают из джутового растения и для связывания между собой в полотно пропускают через иглопробивной станок. При плотности утеплителя 150 кг/м³ коэффициентом теплопроводности достигает 0,036 Вт/(м·°С), а паропроницаемость – 0,4 мг/(м·ч·Па). Основным отрицательным фактором при эксплуатации является пожароопасность материала.

Волокна кокоса также нашли свое применение в виде заполнителя при производстве теплоизоляционных плит выпускаемых в России под торговой маркой «Вауплит Сосос» [7]. В материале содержится 85% кокосовых и 15% полиэфирных волокон. В процессе формовки волокнистая смесь обрабатывается горячим воздухом и полиэфирные волокна подплавляются, склеиваются между собой и кокосовыми волокнами, образуя таким образом прочный структурный массив. Коэффициент теплопроводности плит «Вауплит Сосос» составляет 0,038–0,042 Вт/(м·°С), а паропроницаемость равна 0,59 мг/(м·ч·Па). При этом материал имеет ряд недостатков. По пожароопасности утеплитель относится к группе горючести Г4. Также низкая плотность равная 30 кг/м³ ограничивает применение «Вауплит Сосос» по причине отсутствия такого свойства как прочность сжатие. Кроме того утеплитель «Вауплит Сосос» имеет высокую стоимость, так как производится из привозного сырья.

На основе древесных волокон в Германии и Польше производят теплоизоляционные плиты «STEICO» с применением парафина в качестве вяжущего компонента. Утеплитель «STEICO» является универсальными и применяются для тепловой изоляции наружных стен, чердачных перекрытий, кровель [8]. Толщина плит утеплителя может достигать 200 мм. При плотности 50–270 кг/м³ плиты обладают коэффициентом теплопроводности в пределах 0,038–0,07 Вт/(м·°С) и прочностью на сжатие равной 0,04–0,2 МПа. Кроме высокой цены для теплоизоляционных плит «STEICO» основными недостатками являются ломкость и крошение при нарушении условий транспортировки и технологии укладки. В США после проведения ряда исследований ученые установили, что при горении парафин выделяет опасные химические соединения содержащие бензол и толуол, являющиеся опасными веществами для жизни человека [9].

Макулатура и отходы бумажного производства используют для получения теплоизоляционного материала под названием «Эковата». Бумажное сырье расщепляют до волокон, обрабатывают борной кислотой и тетраборатом натрия. В утеплителе количество целлюлозного волокна доходит до 80%, дополнительно вводят 12% борной кислоты (антисептик) и 8% тетрабората натрия (антипирен). При достаточно низкой плотности 40–75 кг/м³, теплопроводность материала изменяется в пределах 0,036–0,042 Вт/(м·°С), а паропроницаемость равна 0,3 мг/(м·ч·Па). Утеплитель по степени горючести относится к группе Г2 и не поддерживает горение при отсутствии источника огня [10]. Применяют эковату для перекрытий нижних и верхних этажей зданий, для утепления каркасных домов. При плотности 40–75 кг/м³, теплопроводность утеплителя составляет 0,036–0,042 Вт/(м·°С), а паропроницаемость – 0,3 мг/(м·ч·Па).

Различают мокрый и сухой способы заполнения эковатой утепляемых конструкций. При мокром способе в утеплителе отсутствует усадка, но возникает необходимость полной просушки материала после нанесения на поверхности. Кроме того необходимо использование специального оборудования для нанесения эковаты. Применение сухого способа характеризуется большой пыленностью пространства помещений и требует защиты лица и органов дыхания. Также в процессе эксплуатации материал самоуплотняется и уменьшается в объеме в среднем на 20 %. Поэтому утепление стен не рекомендуется выполнять сухой эковатой по причине возможного возникновения сквозных неутепленных пространств. Утеплитель является гигроскопичным и хорошо впитывает влагу в количестве 9–15%, что отрицательно сказывается на теплоизоляционных свойствах.

В странах Европы для утепления зданий используют теплоизоляционный материал из волокон конопли. Утеплитель под торговой маркой «Thermo-Hanf» производят в Германии из технической конопли. В своем составе материал содержит волокна конопли в количестве 85%, а для получения связанной структуры используют мелкие волокна полиэстера массой до 10%. Для снижения горючести материала в состав вводят 3–5% соды в качестве антипирена [11]. Материал обладает хорошими эксплуатационными характеристиками. Так при плотности 30–42 кг/м³ коэффициент теплопроводности равен 0,038–0,04 Вт/(м·°С). Волокна конопли устойчивы к появлению грибка, воздействию насекомых, паропроницаемы. Утеплитель позициониру-

ется как экологически безопасный материал для здоровья человека. К недостаткам можно отнести высокую сорбцию влаги, что приводит к повышению теплопроводности материала. Кроме того низкая плотность материала не позволяет применять утеплитель для устройства плоских кровель и термошуб. На ограничение по широкому применению также влияет высокая стоимость утеплителя.

Опыт применения волокон хлопка в качестве утеплителя имеется в России. В процессе производства текстиля не прошедшие контроль хлопковые волокна перерабатывают путем промывки, отбеливания и чесания, после чего используют для производства утеплителя [12]. Теплоизоляционный материал при плотности 20 кг/м³ обеспечивает коэффициент теплопроводности равный 0,04 Вт/(м·°С). Необходимо отметить, что в случае повышения влажности материала эксплуатационные характеристики утеплителя значительно ухудшаются. Кроме того теплоизоляционный материал подвержен горению в случае пожара.

Проведенный анализ преимуществ и недостатков теплоизоляционных материалов на волокнистом растительном сырье позволяет сделать обоснованное предположение, что применение отходов первичной переработки волокон льна в качестве структурообразующего материала и жидкого стекла как вяжущего компонента обеспечит получение эффективного утеплителя. В экспериментах предполагается использовать отходы в виде волокон длиной не более 10 см, образующиеся на стадии первичного вычесывания хлопка. Данные отходы в больших объемах получают в странах Средней Азии, в том числе и в Туркменистане. В основном отходы используют как корм скоту или в производстве ковров. Поэтому проблема, связанная с поиском рациональной технологии по утилизации отходов актуальна для государств Среднеазиатского региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плиты теплоизоляционные звукопоглощающие. Технические условия ТУ ВУ 391129716.001-2015. – Введ. 27.07.2015. – Ореховск – 2015. – 10 с.
2. Советников, Д.О. Оптимальная толщина утеплителя наружной стены для создания энергоэффективного и экологичного здания в условиях Санкт-Петербурга / Д.О. Советников, Д.О. Семашкина, Д.В. Баранова // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2016. – № 12 (51). – 7–19 с.
3. Романовский, С.А. Применение микроскопического анализа для оценки перспективы использования очесов волокна льна в производстве теплоизоляционного материала / С.А. Романовский, А.А. Бакатович // Вест. Полоцкого гос. ун-та. Серия F, Прикладные науки. Строительство. 2017. № 8. 14–18 с.
4. Bakatovich, A. Composite material for thermal insulation based on moss raw material / A. Bakatovich, F. Gaspar // International Journal «Construction and Building Materials» (Elsevier) – 180 (2019) – P. 1–9.
5. Romanovskiy, S. Influence of the Fibrous Structure on the Physical and Mechanical Characteristics of Insulating Slabs from Flax Noils / S. Romanovskiy, A. Bakatovich // Scientific Journal of Riga Technical University «Construction Science» – 2017. – vol. 20. – P. 10–16.
6. Что такое джут, джутовый утеплитель: характеристики [Электронный ресурс] / сайт «ФБ» – Режим доступа: <http://fb.ru/article/249861/chto-takoe-djut-djutovyiy-uteplitel/> - Дата доступа: 16.05.2019 г.
7. Утеплитель из кокоса Bauplit [Электронный ресурс]: сайт компании «GreeBauldTrade» – Режим доступа: <http://g-b-t.ru/collection/kokosovye-utepliteli/product/uteplitel-iz-kokosa-bauplit-cocos.> – Дата доступа: 17.06.2019 г.
8. STEICO [Электронный ресурс] / сайт «Дома ЭЗ» – Режим доступа: <http://steico-rus.ru/katalog> – Дата доступа: 12.05.2019 г.
9. Вреден ли парафин [Электронный ресурс] / сайт Вредно ли? – Режим доступа: <http://vredno-ili-net.ru/ostalnoe/vreden-li-parafin.html> – Дата доступа: 12.05.2019 г.
10. Эковата отзывы. Эковата характеристики, недостатки [Электронный ресурс] / сайт «ФБ» - Режим доступа: <http://fb.ru/article/139752/ekovata-otzyivi-ekovata-harakteristiki-nedostatki> – Дата доступа: 16.06.2019 г.
11. Thermo-Hanf (Германия) – экологический утеплитель из конопли [Электронный ресурс] / сайт «Центр экоматериалов» – Режим доступа: http://www.center-eko.ru/index/uteplitel_iz_konopli_thermo_hanf_germanija/0-5/ – Дата доступа: 17.06.2019 г.
12. Обзор теплоизоляционных материалов [Электронный ресурс] / сайт «Зеленая смета» – Режим доступа: <http://g-b-t.ru/blog/obzor-teploizolyatsionnyh-materialov/> – Дата доступа: 17.06.2019 г.

УДК 666.973.2

**К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ****М.А. РОЗЫЕВ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.А. БАКАТОВИЧ)*

Приведены данные по структуре волокон хлопка. Рассмотрены характерные для волокон хлопка свойства. Приведены и проанализированы результаты кинетики изменения влажности хлопковых волокон без обработки и с обработкой модифицированным жидким стеклом. Определены периоды появления плесени на поверхности волокон в условиях относительной влажности воздуха 97%.

Введение. Традиционно на протяжении 5 тыс. лет хлопковое волокно используется для производства тканей, о чем свидетельствуют археологические раскопки близ города Теуакана в Мексике [1]. Для получения хлопковых волокон в основном выращивают хлопчатник обыкновенный (*Gossypium hirsutum*), происходящий из Центральной Америки и распространившийся по большинству континентов. Волокна хлопка покрывают семена хлопчатника. Сбор хлопка осуществляется вручную или механизированным способом. Хлопок относится к наиболее распространенным и дешевым растительным волокнам [2].

Хлопчатник произрастает в регионах с жарким и сухим климатом с продолжительным периодом солнечных дней. Наибольшее количество хлопка производится в Китае, США, Индии, Пакистане, Узбекистане и Туркменистане (рис. 1).



**Рисунок 1. – Хлопчатник на полях сельскохозяйственного предприятия «Атчапар»
Елотенского района Марыйской области (Туркменистан, сентябрь 2019 г.)**

Волокно хлопка представляет собой одну растительную клетку, развивающуюся из кожуры семени. Диаметр одного волокна составляет 15–25 мкм в зависимости от длины волокна равной 5–60 мм. Волокно представляет собой полую трубочку, завитую вокруг своей оси 7–10 раз на 1 мм длины. По мере созревания волокна, растут отложения целлюлозы, в результате чего увеличивается прочность волокна. По химическому составу волокно хлопка на 95% состоит из целлюлозы, а остальные 5% приходятся на жировые и минеральные примеси [3, 4].

Хлопковые волокна обладают рядом определенных свойств. Волокнам свойственна высокая гигроскопичность, т.е. способностью впитывать влагу, в том числе из воздуха. При поглощении влаги волокно набухает и увеличивается в объеме на 40%. В отличие от других волокон, у хлопка при намокании прочность не понижается, а повышается примерно на 15%. По прочности на разрыв волокна хлопка сравнимы с шелковыми волокнами, но уступают льну и превосходят шерсть. Как и другие натуральные волокна хлопок, не растворяется в органических растворителях (например, в муравьиной кислоте, уксусе, спирте). Однако, хлопок чувствителен к действию неорганических кислот и щелочей [5].

Хлопковые волокна могут подвергаться вредному воздействию микроорганизмов, т.е. загнивать при длительном нахождении в условиях повышенной влажности. Волокна не обладают огнестойкостью и при горении хлопок источает запах жжёной бумаги [5].

В Республике Туркменистан ежегодно образуется около 5 тыс. тонн отходов хлопкового волокна, получаемого при первичной сортировке волокон на хлопкоперерабатывающих заводах. Данные отходы в больших объемах получают и в других странах Средней Азии. В основном отходы используют как корм

скоту или в производстве ковров. Поэтому проблема, связанная с поиском рациональной технологии по утилизации отходов актуальна для государств Среднеазиатского региона.

Методики исследования и материалы. В экспериментах использовали хлопковые отходы в виде волокон длиной не более 10 см, образующиеся на стадии первичного вычесывания хлопка.

Часть образцов хлопковых волокон обрабатывали модифицированным жидким стеклом. Применяли натриевое жидкое стекло производства ОАО «Домановский производственно-торговый комбинат» (Беларусь), соответствующее требованиям ГОСТ 13078. Для придания жидкому стеклу в сухом состоянии водостойкости в вязущее вводили сначала известь и перемешивали до однородной консистенции, а затем добавляли гипс. В исследованиях использовали гидратную известь II сорта без добавок производства ОАО «Забудова», соответствующую требованиям СТБ ЕН 459-1 и строительный гипс выпускаемый на ОАО «Белгипс» согласно ГОСТ 125-79.

Для определения влажности, волокна хлопка предварительно высушивали до постоянной массы. Высушенные образцы материала массой 100 г помещали в герметичную камеру с предварительно залитой водой ниже уровня образца на 40 мм. Температура воздуха в камере соответствовала $20 \pm 2^\circ\text{C}$, а относительная влажность воздуха составляла 97%. Через определенные промежутки времени образцы извлекали из камеры и определяли влажность.

Параллельно с изучением кинетики изменения влажности исследовали волокна на устойчивость к появлению плесени, вызывающую в дальнейшем загнивание хлопка. Появление плесени определяли визуально в процессе постоянного наблюдения за образцами находящимися в камере.

Экспериментальные исследования. На этапе предварительных исследований оценивалась возможность применения отходов хлопковых волокон (рис. 2) как заполнителя для теплоизоляционного материала путем исследования кинетики изменения влажности волокон без обработки и обработанных модифицированным жидким стеклом (таблица 1).

Через сутки после начала испытаний влажность волокон без обработки составила 9%. Относительно показателя первых суток влажность образцов через 3 суток увеличилась в 3,2 раза. На 10 сутки испытаний влажность волокон хлопка повысилась до 57%. В возрасте 30 влажность возросла в 2 раза в сравнении с показателем за период 10 суток испытаний. Наибольшая влажность – 163% – зафиксирована через 70 суток после начала испытаний. Необходимо отметить, что после 30 суток выдерживания в камере прирост влажности образцов существенно замедлился. За последние 25 суток испытания прирост влажности составил 23%.

Таблица 1. – Влажность волокон хлопка при выдерживании в камере при относительной влажности воздуха 97 %

Время выдерживания в камере, сутки	Влажность волокон без обработки, %	Влажность волокон, обработанных модифицированным жидким стеклом, %
0	0	0
1	9	4
2	18	11
4	29	17
6	39	22
10	57	31
15	79	36
20	95	40
25	105	43
30	116	45
35	124	47
45	140	-
55	154	-
70	163	-

Обработка волокон модифицированным жидким стеклом обеспечило существенное снижение показателей влажности на всех этапах измерений. Так в возрасте 1 суток влажность обработанных волокон составил 4%, что в 2,3 раза ниже показателя волокон без обработки. После 10 суток выдерживания в камере показатель влажности обработанных образцов достиг 31%, что в 1,8 раза меньше значения необработанных волокон. В возрасте 35 суток установлено максимальное значение влажности обработанных образцов равное 47%. Интенсивно волокна адсорбировали влагу из воздуха в первые 10 суток. За после-

дующие 25 суток испытаний прирост показателя сократился в 2 раза. Также следует отметить, что сократился период проведения испытания 2 раза. При этом для образцов обработанных жидким стеклом показатель максимальной влажности сократился в 3,5 раза.

Полученный эффект по снижению показателя влажности, обусловлен тем, что модифицированное жидкое стекло при распылении обволакивает тонкой пленкой поверхность волокон и препятствует контакту воздуха содержащего влагу с волокнами хлопка.



Рисунок 2. – Внешний вид волокон хлопка до начала испытаний



Рисунок 3. – Внешний вид необработанных волокон после появления следов плесени

По окончании эксперимента по исследованию кинетики влажности образцы оставляли в камере при относительной влажности воздуха для дальнейшего определения сроков начала образования плесени на волокнах. После 83 суток наблюдения за образцами на необработанных волокнах хлопка появилась плесень в виде темных точечных образований. При этом хлопья из волокон стали существенно уменьшаться в объеме и стали комковаться (рис. 3).

Плесень на образцах из волокон, обработанных жидким стеклом, зафиксирована только через 129 суток выдерживания в камере. На увеличение периода до начала появления плесени в 1,6 раза по сравнению с необработанными образцами в значительной степени влияет более низкая максимальная влажность обработанных волокон и щелочная среда модифицированного жидкого стекла.

При сопоставлении полученных результатов с экспериментальными данными в работах [6, 7] можно говорить о близких показателях по сорбции влаги отходами хлопковых волокон со значениями для соломы и костросоломенной смеси, волокон и очесов льна. Таким образом, можно прогнозировать получение эффективного теплоизоляционного материала на основе отходов хлопкового волокна модифицированного и жидкого стекла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Roche, Julian. The International Cotton Trade. – Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd., 1994. – P. 4–5. – ISBN 1-85573-104-5.
2. Орленко Л. В. Хлопок // Терминологический словарь одежды. – М., Легпромбытиздат, 1996. – 218 с.
3. Баженов, В. И. Материалы для швейных изделий. 3-е изд., испр. и доп. – М., Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 312 с.
4. Мальцева, Е. П. Материаловедение швейного производства. 2-е изд., перераб. и доп. - М., Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 232 с.
5. Шульпин, Г. Эти разные полимеры // Наука и жизнь. – 1982., № 3. – 80–83 с.
6. Vakatovich, A. Thermal insulating plates produced on the basis of vegetable agricultural waste / A. Vakatoich, N. Davydenko, F. Gaspar // International Journal «Energy and Buildings» (Elsevier) – 180 (2018) – P. 72–82.
7. Романовский, С.А. Особенности влияния влажности на теплопроводность волокнистого теплоизоляционного материала из очёсов льна/ С.А. Романовский, А.А. Бакатович // Сборник материалов II Национальной научно-практической конференции «Образование. Транспорт. Инновации. Строительство», г. Омск, 18-19 апреля 2019 г. / «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», 2019. – 432–439 с.

УДК 691.3

КОСТРОБЕТОН КАК «ЗЕЛЕНАЯ» АЛЬТЕРНАТИВА БЕТОНУ

В.С. ОБУХОВИЧ

(Представлено: О.А. КАМЕКО)

В статье рассматривается альтернативный бетону строительный материал костробетон. Определены основные конкурентные преимущества костробетона. Сформулированы критерии оценки энергоэффективных строительных материалов, к которым, в сущности, относится костробетон.

Краткая характеристика костробетона. Костробетон – лёгкий бетон, разновидность арболита с использованием в качестве органического наполнителя конопляной (льняной) костры. Изготавливается из смеси костры, вяжущего (как правило, цемента), минерального наполнителя (песка) и воды; для минерализации костры и ускорения отверждения смеси в неё вводят хлористый кальций, серноокислый глинозём совместно с известью-пушонкой или другие добавки.

Костра льна для арболита является полноценным заполнителем. Однако в ее составе много сахаров, что требует обязательного применения химических добавок. Льняная костра – это древесная часть стеблей, образующаяся, как отход производства при механической обработке сырья на машинах. Костра льна состоит из целлюлозы (45–58%), лигнина (21–29%), пентозанов (23–26%) [1].



Рисунок 1. – Костра льна

Костробетон обладает высокой звукоизоляцией и хорошо держит тепло, так как удельная плотность его составляет около 700 кг/м³. Материал подходит для возведения как наружных, так и внутренних стен, не боится грызунов и насекомых, не гниет. По своим характеристикам его можно приравнять к легкому бетону, являющимся одной из разновидностей арболита. Можно так же добавить, что в качестве вяжущего материала вместо цемента можно применять известь.

Критерии оценки «зеленых» строительных материалов. Оценка эффективности применение экологических, так называемых «зеленых» строительных материалов, включает множество параметров. Рассмотрим некоторые из них применительно к рассматриваемому материалу – костробетону [2].

1. Низкая энергоёмкость. Общее количество энергии, необходимое для производства продукции, должно быть как можно меньше. В это же количество включают добычу сырья, использование искусственных материалов при производстве и сложность процесса изготовления. В общем случае – чем проще процесс, тем меньше вреда он наносит окружающей среде.

Производство и применение костробетона позволяет снизить материалоемкость, энергоемкость, массу здания и удельные капитальные затраты на изготовление 1 м² стенового материала по сравнению с бетоном. Сам процесс производства костробетона является достаточно простым и не требует больших за-

трат механизмов. Смесь приготавливают следующим образом: в первую очередь нужно перемешать костру с песком, дальше перемешивают цемент (портландцемент) с водой, а уж затем перемешивают первое со вторым до получения сплошной массы.

2. Возможность переработки. Некоторые виды строительных материалов производятся полностью или частично с использованием вторичного сырья, а также могут быть переработаны после использования. Использование вторичного сырья при производстве строительных материалов помогает окружающей среде и экономике сразу в нескольких направлениях. Самый значительный эффект состоит в том, что уменьшение потребления невозобновляемых ресурсов в производстве позволяет экономить как сами ресурсы, так и деньги.

Костробетон – это натуральный и нетоксичный строительный материал, который состоит из рубленой конопляной костры, побочных продуктов после обработки стебля, а также известь в качестве связующего элемента. По сути костра является отходами текстильной промышленности, где используются такие растения, как лен или конопля, которые по своим свойствам идентичны [3].

3. Использование возобновляемых ресурсов. Стройматериалы могут производиться с использованием ресурсов, которые являются возобновляемыми (т.е. дерево или солнечная энергия), а не невозобновляемых (т.е. ископаемое топливо). Благодаря использованию возобновляемых источников энергии, таких как энергия ветра, солнца, приливов, а также возобновляемых источников сырья, таких как дерево, трава или земля, можно уменьшить воздействие на биоразнообразие и экосистему.

Поскольку промышленная конопля вырастает быстро и неприхотлива к обработке пестицидами или химическим удобрениям, этим свойством растение лишь усиливает интерес потребителя.

В льняной костре содержится до 64% целлюлозы, тогда как в древесине лиственных пород ее содержится до 47%, в хвойных породах – до 58% [4]. Содержание легкогидролизуемой части (пентозанов) в костре меньше, чем в древесине, поэтому применение костры в производстве плит с минеральными вяжущими, например с цементом, вполне оправдано. При этом воздействие так называемых «цементных ядов» на процесс структурообразования материала существенно снижается, а физико-механические показатели продукции возрастают.

4. Низкое воздействие на окружающую среду. Строительный материал не должен вредить окружающей среде, загрязнять воздух, воду или почву, и экосистеме в целом при его производстве, использовании или утилизации. Он должен быть нетоксичен и поддерживать хорошее качество воздуха в помещениях.

Этот продукт «с низким содержанием углерода», также повышает энергетическую эффективность зданий, благодаря высокой изоляционной способности. В итоге, отмечается сокращение выбросов парниковых газов примерно на 64%, если брать в расчёт стандарты строительных норм.

Дополнительные 110–130 кг двуокиси углерода на 1,2 м³ волокна промышленной конопля (что примерно в четыре раза больше, чем у дерева) позволяют создавать продукт, который действует как поглотитель углерода, а не как углеродный излучатель [5].

5. Долговечность. Строительные материалы должны быть долговечны и не требовать обслуживания. Создавая более долговечные и простые в обслуживании стройматериалы, их производители могут устранить дорогой и трудоемкий процесс замены деталей здания.

Одним из преимуществ костробетона является долговечность. Срок службы такого материала составляет около 60 лет.

6. Минимизация отходов. Строительный материал должен способствовать появлению как можно меньшего количества отходов при его производстве, использовании и утилизации. Свалки наполняются строительным мусором, на долю которого приходится 40% от общего количества мусора на полигонах.

При производстве костробетона остается незначительное количество отходов, которые можно использовать в дальнейшем строительстве.

7. Положительный социальный эффект. Стройматериалы должны способствовать улучшению качества жизни и являться лучшей заменой для своих аналогов. "Зеленый" строительный материал не может не оказывать существенного влияния на социум – на людей, которые заняты добычей, производством, распространением, строительством, утилизацией или сносом.

Блоки из костробетона создают оптимальный микроклимат и постоянную температуру в помещении.

8. Доступность. "Зеленая" продукция не должна быть значительно дороже, чем аналогичные обычные строительные материалы. Срок окупаемости их использования (первоначальные затраты окупаются за счет снижения долгосрочных операционных и эксплуатационных расходов) является разумным.

В состав костробетона входит льняная костра, которая имеет низкую стоимость.

9. Логистика производства. Если строительный материал производится ближе к месту его применения, это приводит к уменьшению загрязнения от транспорта, а также поддерживает экономику региона. Использование строительных материалов, которые производятся в пределах 800-километровой зоны от места его применения может уменьшить загрязнение воздуха транспортными средствами и ускорить местную экономику.

На данный момент в Беларуси можно приобрести костроплиты на «Поставском льнозаводе», а так же костру льна для изготовления на следующих льноперерабатывающих предприятиях – «Пружанский льнозавод», «Слуцкий льнозавод», «Кореличи-Лен» [6]. В Европе основными производителями являются Франция, Германия и Украина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костробетон – натуральный материал для строительства [Электронный ресурс]/ Все о строительстве // Режим доступа: <https://o-remonte.info/kostrobeton-naturalnyj-material-dlya-stroitelstva-doma/>. – Дата доступа: 18.08.2019
2. Критерии оценки «зеленых» строительных материалов [Электронный ресурс]/ Зеленое строительство // Режим доступа: http://rosstroy.info/index.php?option=com_content&view=article&id=366:10---qq--&catid=13&Itemid=28/. Дата доступа: 18.08.2019
3. Лобанова, А.В. Стеновые изделия из арболита на основе костры льна / А.В. Лобанова, И.Э. Казимагомедов // Комунальне господарство міст – 2015. – № 124. – 18–20 с.
4. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. – М: Лесная промышленность, 1986. – 386 с.
5. Костра в строительстве [Электронный ресурс]/ Ремонт жилья // Режим доступа: <http://remontzhilya.ru/kostra-v-stroitelstve.html/>. Дата доступа: 19.08.2019
6. Льнопроизводство в Беларуси [Электронный ресурс]/ Белорусское телеграфное агентство // Режим доступа: <https://www.belta.by/infographica/view/lnoproizvodstvo-v-belarusi-14520/>. Дата доступа: 19.08.2019

УДК 691.3

ПРИМЕНЕНИЕ КОСТРОБЕТОНА В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В.С. ОБУХОВИЧ

(Представлено: О.А. КАМЕКО)

Автор приводит характеристику костробетона как материала с повышенными экологическими свойствами. Также проведен сравнительный анализ свойств данного материала с наиболее популярным для возведения малоэтажных объектов штучным материалом – кирпичом. Определены преимущества применения костробетона наряду с применением функциональных аналогов.

Характеристика костробетона. Костробетон – лёгкий бетон, разновидность арболита с использованием в качестве органического наполнителя конопляной (льняной) костры. Изготавливается из смеси костры, вяжущего (как правило, цемента), минерального наполнителя (песка) и воды; для минерализации костры и ускорения отверждения смеси в неё вводят хлористый кальций, сернокислый глинозём совместно с известью-пушонкой или другие добавки.

Костра льна для арболита является полноценным заполнителем. Однако в ее составе много сахаров, что требует обязательного применения химических добавок. Льняная костра – это древесная часть стеблей, образующаяся, как отход производства при механической обработке сырья на машинах. Костра льна состоит из целлюлозы (45–58%), лигнина (21–29%), пентозанов (23–26%) [1].

Ввиду того, что костра является производной льна или конопли, где содержится много вяжущих волокон, соединение получается достаточно прочным. Мало того, блоки изготовленные из костробетона со временем становятся лишь прочнее, впитывая в себя углекислый газ, который выделяется в помещении.

Костробетон обладает высокой звукоизоляцией и хорошо держит тепло, так как удельная плотность его составляет около 700 кг/м³. Материал подходит для возведения как наружных, так и внутренних стен, не боится грызунов и насекомых, не гниет. По своим характеристикам его можно приравнять к легкому бетону, являющимся одной из разновидностей арболита. Можно так же добавить, что в качестве вяжущего материала вместо цемента можно применять известь [2].

Костра льна, конопли служат в качестве органического заполнителя. Для минерализации наполнителя используют хлорид кальция (пищевая добавка Е509), нитрат кальция, жидкое стекло или иные вещества, блокирующие негативное действие органических веществ на затвердивание цемента [3].

Для изготовления костробетона щепка должна быть определенной формы. Органические заполнители должны удовлетворять следующим требованиям:

- длина частиц костры не должна быть более 40 мм;
- содержание очесов и пакли не должно быть более 5% от массы сухой смеси заполнителя.
- Измельченная костра конопли и льна не должны иметь видимых признаков плесени и гнили, а также примеси инородных материалов, а в зимнее время примесей льда или снега.

Для производства костробетона желательно использовать высокомарочные цементы, как минимум от М400 и выше. Самым оптимальным решением на данный момент по соотношению цена-качество является использование цемента марки М500 и выше. При использовании цемента надо обязательно иметь ввиду, что его характеристики будут меньше заявленных производителем.

Щепу обрабатывают раствором сульфат алюминия (препарат безвреден, поскольку его применяют также для очистки воды хозяйственно-питьевого назначения и в качестве пищевых добавок).

Только после этого она подается в смеситель, куда также добавляется вода и цемент марки 500. После изготовления смеси в смесителе она подается через дозатор в специальные пятисекционные металлические формы, где костробетонный блок приобретает нужные размеры. Основной блок имеет размеры – 500 мм по ширине, 200 мм по высоте и 300 мм по глубине.

Для придания прочности и требуемой по ГОСТу плотности блоки проходят стадию прессовки, чтобы на выходе получить нужную высоту блока.

В течении 24 часов блоки остаются в форме, затем расформируются и вылеживаются более 15 суток [4].

Применение костробетона. Костробетон имеет массу потенциально возможных областей применений, например, замена деревянных перегородок для модернизации изоляции стен. Материал уже многие годы используется в Европе для строительства жилых домов, коммерческого строительства зданий или складов.

Преимущества использования костробетона действительно многочисленны. Хотя на него и не возлагается несущая нагрузка, материал добавляет прочности всему каркасу здания, которая растет со временем, пока субстанция постепенно затвердевает [5].

Костробетон применяется в изготовлении кострорблоков и костроплит.



Рисунок 1. – Костроплита



Рисунок 2. – Костроблок

Костроплиты получают путем прессования костры. По своим характеристикам материал приближенный к древесине хвойных пород: он такой же жесткий и прочный. И даже по отдельным свойствам, в плане усушки и коробления, превосходит ее (древесину).

Однако, по сравнению с костробетоном имеют меньшую плотность, порядка 600 кг/м^3 . Плиты легко поддаются механической обработке, имеют высокую звукоизоляцию, поэтому широко применяются для отделки наружных и внутренних стен наряду с ДСП и ДВП.

Костроблоки несмотря на то, что они изготовлены из отходов льна и конопли, обладают достаточно высоким запасом прочности на сжатие. Однако, этой прочности недостаточно для возведения наружных стен для многоэтажных зданий.

Как вариант, прочность можно увеличить, добавив к раствору костробетона песок с вяжущими материалами (цемент, известь), но тогда увеличится теплопроводность материала. Поэтому рациональней будет использовать костроблоки для возведения перегородок. Это касается и кирпичей из костробетона.

Достоинства костробетона:

- Экологичность;
- Невысокая стоимость;
- Хорошая звукоизоляция;
- Отличная теплоизоляция;
- Долговечность;
- Высокая паропроницаемость, стены из «костроблоков дышат»;
- Защита от грызунов и насекомых;
- Устойчивость к огню – первый класс огнестойкости;
- Габариты блоков – с блоками больших размеров проще работать, значительно увеличивается скорость возведения;
- Воздухообмен – создает оптимальный микроклимат и постоянную температуру в помещении;
- Костробетон не гниет, плесень и грибок не появляются – в состав блоков входят антисептические составы, которые препятствуют образованию вредных микроорганизмов;

- Простота в обработке – легко пилить, сверлить подручными инструментами;
- Блоки выдерживают большие нагрузки, не трескаются;
- Небольшой вес – позволит снизить нагрузку на фундамент, тем самым экономит средства и упрощает процесс работ.

К недостаткам данного строительного материала можно отнести следующие:

- непригоден для возведения многоэтажных домов
- Плохая устойчивость к влаге – блоки сильно впитывают воду и разбухают, поэтому необходимо провести тщательную гидроизоляцию внутренних и наружных поверхностей.

- Плохая геометрия блоков – изделия имеют неровные поверхности и отклонения от размера на 2–3 см;
- Наводнение рынка некачественными товарами кустарного производства.
- Кострбетон, в отличие от кирпича, обладает широким спектром возможностей по обработке в процессе строительства и использования:

- легко пилится, рубится, сверлится, что позволяет быстро и просто подгонять блоки до нужных размеров;

- позволяет вбивать гвозди и использовать шурупы, что делает обустройство дома простым, как в деревянном строении;

- обеспечивает отличную связь с различными отделочными материалами, штукатурка прочно удерживается на стеновых поверхностях без армирующей сетки;

- способен работать на изгиб при превышении максимальных нагрузок (при колебаниях здания, вызванных усадкой) и затем легко восстанавливать свою форму, в то время как кирпич и все аналогичные материалы подвергаются растрескиванию.

В процессе строительства малоэтажных зданий нередко люди отдают предпочтение классическому материалу в виде кирпича. Однако подобный выбор считается малооправданным по причине того, что блоки из кострбетона в некоторых случаях превосходят его по своим характеристикам.

Прежде всего, стоит сказать о том, что теплее. Так, теплопроводность кирпича составляет 0,5–1,5 Вт/мК, в то время как у кострбетона значение подобного параметра варьируется в пределах от 0,08 до 0,17 Вт/мК. Исходя из этого, стена толщиной 30 см, сделанная из кострбетона, имеет теплоизоляционные свойства, как и кирпичная стена в 120 см.

Другой момент – это тяжесть кирпича того же объема, в сравнении с кострбетонными блоками, где вес первого почти в 3 раза больше. В результате при его использовании существенно повышаются требования, которые предъявляются к возведению фундамента, а соответственно и траты на этот этап работ повышаются. При строительстве сооружений из кострбетонных блоков, осуществлять подгонку изделий можно применения для этого обычную ножовку. Дополнительно при проведении их штукатурки не требуется предварительное армирование.

При возведении зданий из кирпича, дополнительно требуется проводить утепление и пароизоляцию стен. А подобные материалы обычно относятся к классу легковоспламеняющихся. Что касается кострбетона, то такие изделия имеют низкую теплопроводность и не нуждаются в дополнительной обработке, однако, сами по себе являются пожаробезопасным строительным материалом.

У кострбетона с несущими свойствами до 3-х этажей — 600 кг/м³ (он относится к группе легких бетонов), размеры блока – 500х300х200мм (0,03 м³). У кирпича с аналогичными конструкционными возможностями – 1500–2000кг/м³, стандартный размер – 250х120х65мм (объем 0,00195 м³). Соответственно, вес кирпича как минимум в 2,5–3,5 раза больше, чем аналогичного объема кострбетона. А с учетом различий в тепловых свойствах – требуемая масса кирпича для строительства дома аналогичного качества уже будет в 10–15 раз выше. То есть, даже одна только стоимость транспортировки материала уже делает кирпичный дом значительно дороже. Из-за такого серьезнейшего различия проекты кирпичных домов предусматривают использование значительно более тяжелого, а значит – и более дорогого фундамента.

При использовании кострбетона получаем следующие преимущества перед использованием кирпичей:

- меньший вес и объем необходимых стройматериалов;
- меньшие затраты на доставку и хранение материалов;
- высокая экологичность и биостойкость;
- высокая теплоизоляция при меньшем объеме материала;
- высокая сейсмостойкость и прочность;
- упрощение отделочных работ и обустройства интерьера.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: кострбетон – экологичный строительный материал, который идеально подходит для малоэтажного строительства. Так, в сравнении с наиболее распро-

страненным в данной сфере материалом – кирпичом – костробетон имеет целый ряд преимуществ, среди которых меньшая стоимость, высокая биостойкость и другие. Следовательно, применение данного материала может способствовать развитию малоэтажного «зеленого» строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лобанова, А.В. Стеновые изделия из арболита на основе костры льна / А.В. Лобанова, И.Э. Казимагомедов // Комунальне господарство міст – 2015. – № 124. – 18–20 с.
2. Костра в строительстве [Электронный ресурс]/ Ремонт жилья // Режим доступа: <http://remontzhilya.ru/kostra-v-stroitelstve.html/>. Дата доступа: 19.08.2019
3. Арболитовые блоки [Электронный ресурс]/ Строительный портал РБ // Режим доступа: <https://sprb.by/material/970-arbolitovye-drevobetonnye-bloki-sdelay-sam.html/>. Дата доступа: 19.08.2019
4. Характеристики легких бетонов [Электронный ресурс]/ Легкие бетоны //Режим доступа: <https://litebeton.ru/arbolit/>. Дата доступа: 20.08.2019
5. Применение костробетона в строительстве [Электронный ресурс]/Экодом// Режим доступа: https://rodovid.me/ecodom/dom_iz_konopli_kostr.html/. Дата доступа:20.08.2019

ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

УДК 697:622.692.4

РАСЧЁТ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ НА МАГИСТРАЛЬНЫЙ НЕФТЕПРОВОД «УНЕЧА-ПОЛОЦК»

А.А. БУЙНЕВИЧ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.Г. КУЛЬБЕЙ)

В статье приводится оценка влияния магнитного поля Земли на расположенный на территории Беларуси магистральный нефтепровод.

Трубопроводный транспорт является неотъемлемой составляющей Белорусской экономики. Трубопроводы, в основном уложенные под поверхностью земли, подвергаются разрушающему действию коррозии. Усиливающее действие на процесс коррозии оказывают токи, протекающие в земле. Такие токи традиционно делят на блуждающие и теллурические. Блуждающим токам посвящено большое количество исследований, а мы в данном исследовании сосредоточились на оценке степени воздействия теллурических токов на скорость коррозионного процесса.

Источником теллурических токов является магнитное поле Земли. Силовые линии магнитного поля обычно пронизывают земную кору в меридиональном направлении, с юга на север, с небольшим отклонением в 10° . Однако, по наблюдениям International Association of Geomagnetism and Aeronomy [1] с 2005-го года наблюдается значительное искажение направлений линий магнитного поля и, в частности, вектор магнитного поля (модуль которого равен 51000 [2]) проходит соосно расположению магистрального нефтепровода «Унеча-Полоцк» (рис. 1).

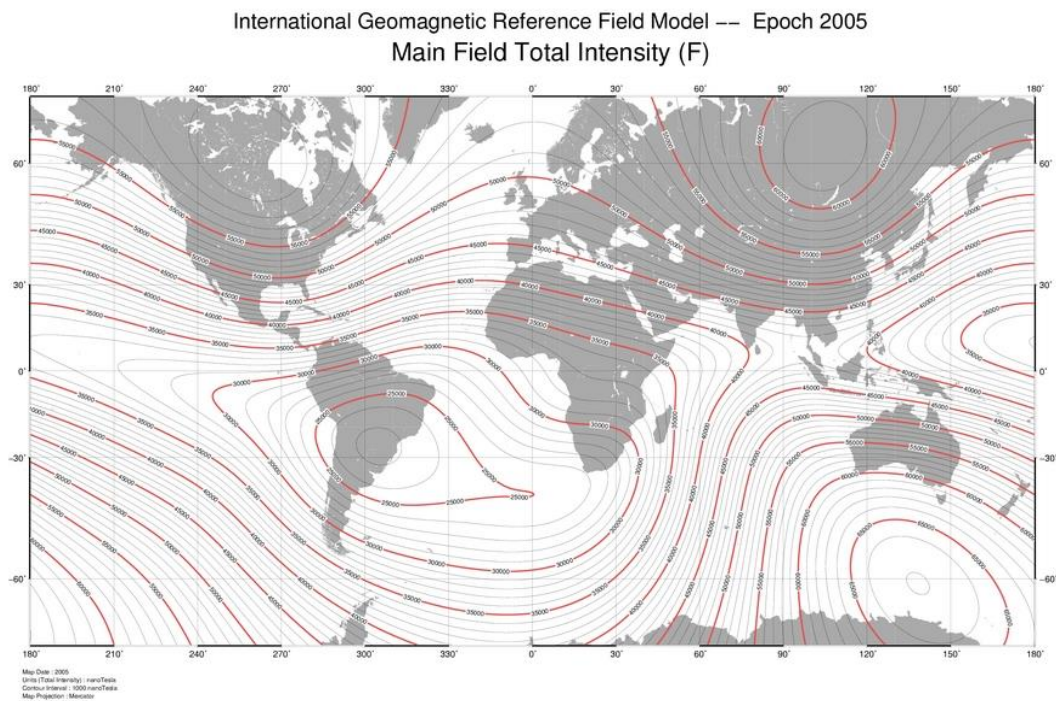


Рисунок 1. – Модуль вектора магнитного поля на 2005 г.

Из-за такого действия магнитного поля Земли в трубопроводе генерируется возбужденный электрический ток, который, образуя анодные участки, вызывает разрушение трубопровода. Данное явление возникает на основании известного физического эффекта при помещении металлического проводника (в

нашем случае – трубопровода) в магнитное поле (в нашем случае – магнитное поле Земли). Если длина металлического проводника невелика, то величина возбужденного электрического тока тоже невелика. Но длина рассматриваемого трубопровода составляет примерно 380000 м, поэтому мы задались целью оценить степень такого воздействия.

Величина силы тока определяет количество металла, «вырванного» им из стенки трубопровода в единицу времени. Прямой формулы для расчёта потерь металла в литературных источниках нам найти не удалось, поэтому мы приняли решение получить такое уравнение, используя базовые физические законы.

Основные формулы [3, 4, 5, 6, 7] которые использовались при данном расчёте приведены в блок-схеме (рис. 2):

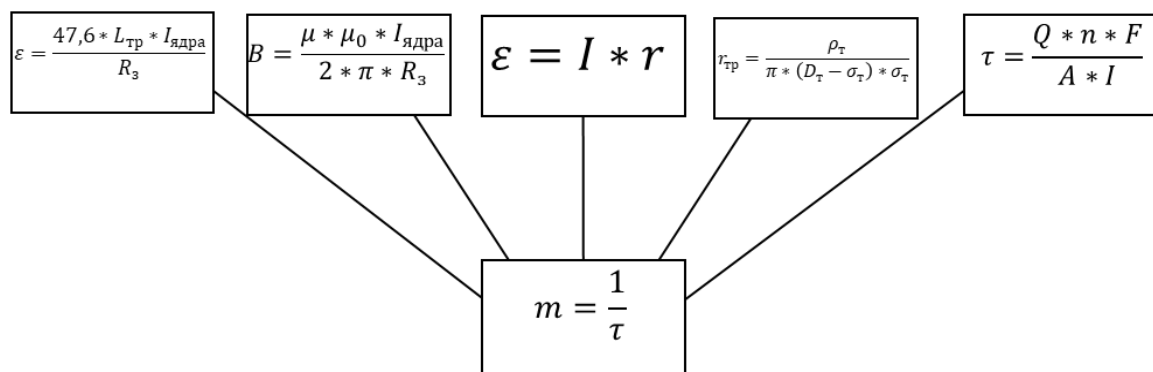


Рисунок 2. – Вывод зависимости

Заключение. С учетом того, что магнитное поле Земли постоянно изменяется, мы в настоящее время проводим работу по численной оценке степени влияния магнитного поля на скорость разрушения трубопровода.

ЛИТЕРАТУРА

1. International Association of Geomagnetism and Aeronomy, Working Group V-MOD. International Geomagnetic Reference Field: the eleventh generation. – 2010.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Международное_геомагнитное_аналитическое_поле.
3. «Единицы физических величин в энергетике» Олейникова Л.Д.
4. «Основные математические формулы» Богданова Ю.С.
5. «1001 задача по физике» Гельфгат И.М., Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А.
6. <http://ru.solverbook.com/spravochnik/formuly-po-fizike/formula-sily-lorenca/>
7. <http://www.newtheory.ru/physics/oshibochnost-indukcionnogo-uravneniya-maksvella-t3816.html>

УДК 697:622.692.4

ВАРИАТИВНОСТЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ**А.А. БУЙНЕВИЧ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.Г. КУЛЬБЕЙ)*

В статье рассматриваются изменения магнитного поля Земли, влияющего на работу таких объектов как магистральные трубопроводы, проложенные по территории Беларуси

Магнитное поле Земли является одним из широко известных, но в то же время, не до конца изученных явлений. Наиболее распространено представление, что силовые линии магнитного поля пронизывают земную кору в меридиональном направлении, с юга на север. Присутствует некоторое отклонение от меридиан, обусловленное тем, что местонахождение северного и южного магнитного полюсов не совпадает с местонахождением географических южного и северного полюсов. Причем, не нужно забывать тот факт, что так называемый «южный магнитный полюс» с физической точки зрения является северным, «испускающим» линии магнитного поля, а «северный магнитный полюс» с физической точки зрения является южным, «втягивающим» линии магнитного поля (рис. 1) [1].

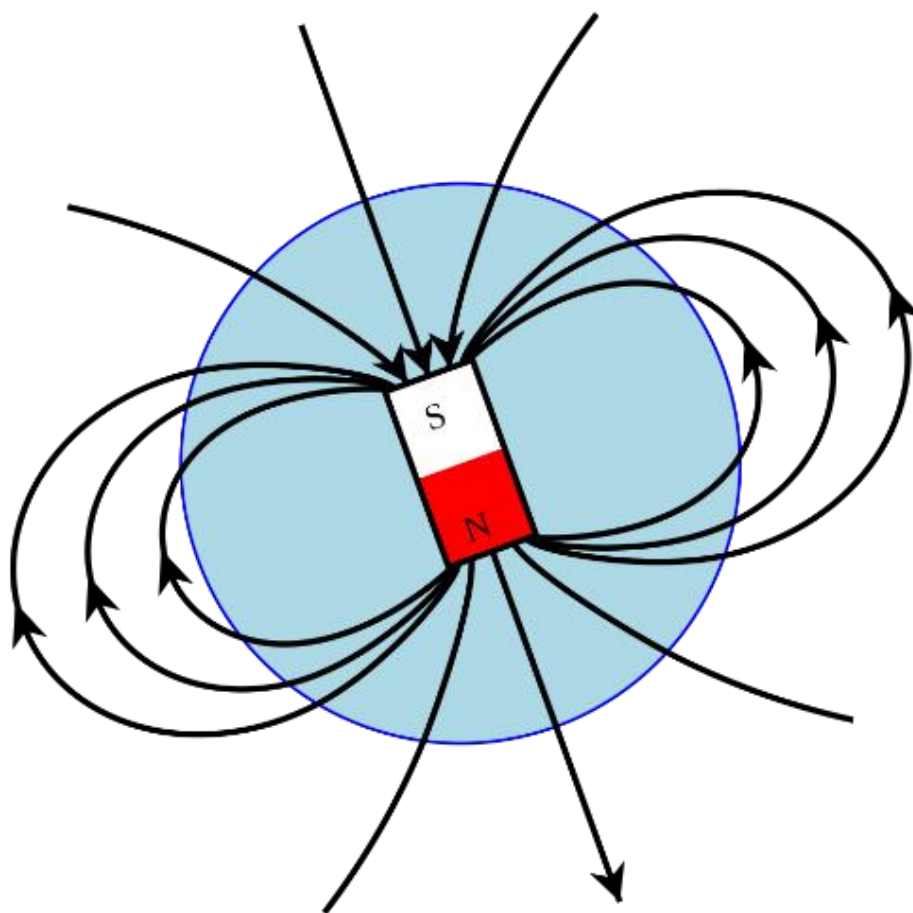


Рисунок 1. – Направление линий магнитного поля Земли

Учтено, что южный геомагнитный полюс – некоторая точка в южном полушарии, где ось магнитного поля пересекает поверхность земного шара. Северный магнитный полюс – условная точка в северной полярной области земной поверхности, в которой магнитное поле Земли направлено строго вниз (под углом 90° к поверхности).

И южный, и северный магнитные полюса постоянно перемещаются. Так, например, изменение местоположения северного магнитного поля приведено на рисунке 2.

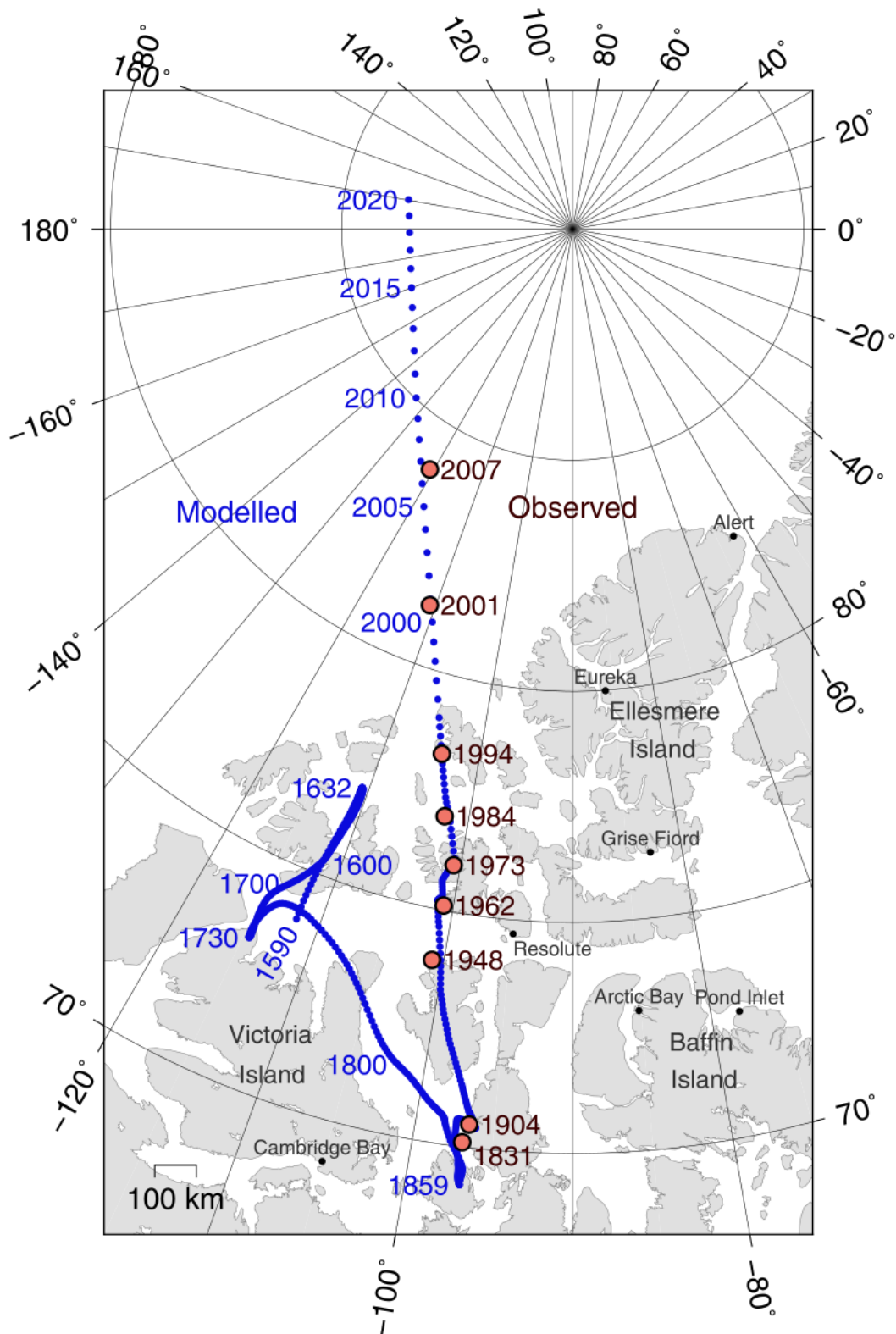


Рисунок 2. – Изменение местоположения северного магнитного полюса

Все эти изменения приводят к тому, что линии магнитного поля, пронизывающие земную кору, также не остаются постоянными. Например, для навигации, США и НАТО используют Мировую Модель Магнитного поля, представленную на рисунке 3 [3]. Обновленные модели выпускаются с 5-летними интервалами, а срок действия данной модели (выпущенной 15 декабря 2014 г.) должен продлиться до 31 декабря 2019 г.

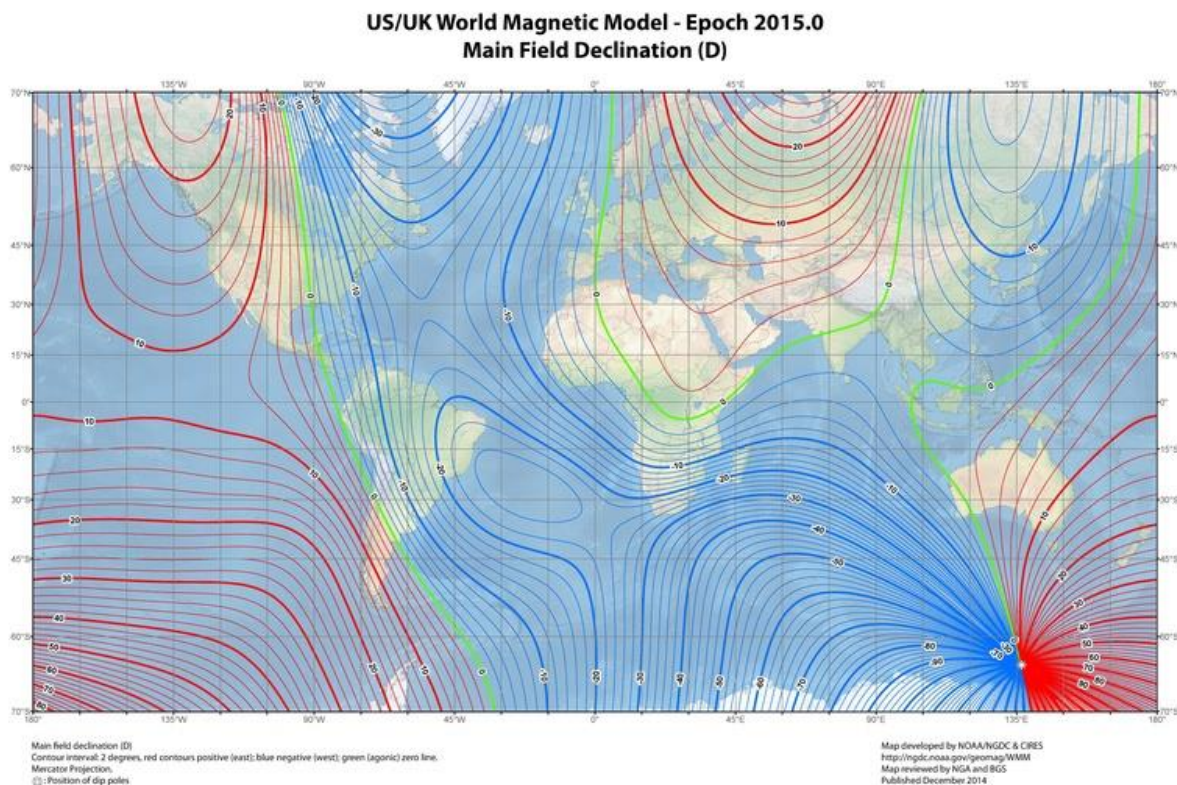


Рисунок 3. – Мировая Магнитная Модель на 2015 г.

Такое изменение магнитного поля приводит к тому, что и по территории Беларуси наблюдается смещение не только напряженности, но и направлений линий магнитного поля. Данный фактор приводит к тому, что теллурические токи, возникающие в земной поверхности, также меняют и направление, и значение по модулю. При наличии возле поверхности земли такого проводника, как магистральный трубопровод, имеющего протяженность в несколько сотен километров (рассматривая только территорию Беларуси, хотя в данном случае оценку распространения токов необходимо учитывать для всего магистрального трубопровода, длина которого исчисляется тысячами километров) можно наблюдать образование на стенках трубопровода анодных зон, вызывающих ускоренное разрушение металла.

ЛИТЕРАТУРА

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Южный_магнитный_полюс.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Северный_магнитный_полюс.
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_declination

УДК 624.19.034.5:622.691.4 (075.8) (470.13)

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ СТАНДАРТА ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ

В.А. ЕРШОВ, Е.А. МИХАЙЛЕНКО
(Представлено: доц. Л.М. СПИРИДЕНКО)

В данной статье рассмотрены вопросы эксплуатации подводных переходов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Статья составлена на основе СТП 09100.20001.018-2018 «Порядок технической эксплуатации переходов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через водные преграды».

Введение. В республике Беларусь проходит 2983 километра магистральных нефтепроводов. Наиболее опасные участки – это подводные переходы на таких крупных реках как Западная Двина, Днепр, Припять, Сож. Эксплуатации подводных переходов уделяют большое внимание. Для того чтобы не происходило непредвиденных ситуаций в процессе эксплуатации подводных переходов магистральных нефтепроводов необходимо их регулярное обслуживание.

Цель работы состоит в разработке научно-методические подходов при создании нормативного документа по технической эксплуатации подводных переходов.

Задачи работы: Для регламентации работ на подводных переходах ОАО «Гомельтранснефть Дружба» на кафедре ТТиГ Полоцкого Университета был разработан документ СТП 09100.20001.018-2018 «Порядок технической эксплуатации переходов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через водные преграды».

Основная часть: В данном документе рассмотрены такие вопросы :

- осмотр и ТО оборудования перехода и сооружений;
- осмотр береговых участков;
- обследование перехода;
- очистка (промывка) ниток перехода через водную преграду;
- ремонт оборудования и сооружений перехода.
- обозначение береговыми знаками;
- обозначение фарватера прохода судов буйками и буйами на судоходных реках;
- подготовка к осенне-зимнему и паводковым периодам.

Рассмотрим наиболее важные моменты документа:

Осмотр береговых участков ПП МН и НПП

Осмотр ПП МН и НПП должен выполняться еженедельно и включать следующие работы :

- осмотр состояния береговых участков, подъездных путей, сооружений и оборудования в составе перехода;
- контроль давления в основной и резервной нитках перехода на соответствие утвержденным нормативно-технологическим параметрам работы МТ и НПС;
- контроль отсутствия скопления воды в обвалованном пространстве и в КТ;
- осмотр трубопровода, береговых опор, водоотливных канав, гасителей скорости потока в местах установки береговых опор, мест входа/выхода трубопровода из земли.

По результатам осмотра делается запись в журнале осмотра.

Второй и наиболее важный этап – это техническое обслуживание и ремонт ПП МН и НПП.

Включает следующие работы:

Раз в пол года:

- Контроль герметичности задвижек

Проводятся раз в год:

- Промывка
- Средний ремонт
- Контроль состояния противокоррозионной защиты ПМТ и ТО средств ЭХЗ

Кроме обслуживания ПП, важным моментом является обозначение фарватера прохода судов.

Фарватер – часть водного пространства, достаточно глубокая для судоходства при всех условиях.

Фарватер переходов МН и НПП на судоходных реках для прохода судов должен быть обозначен буйками и буйами.

ПП через судоходные реки должны быть оборудованы информационными знаками ограждения охранной зоны ПП МН и НПП.

В документе так же рассмотрен вопрос по подготовке ПП МН и НПП к зимнему и паводковому периодам.

Данный вопрос включает в себя:

- ревизия запорной арматуры со сменой смазки на зимнюю;
- проверка и восстановление защитного обвалования узлов задвижек и КПП ВУ, указателей и вешек у колодцев и вантузов;
- заливка незамерзающей жидкости в разделительные сосуды и импульсные линии на узлах отбора давления;
- демонтаж стационарных боковых заграждений и перемещение их в безопасное место для предотвращения повреждения их ледоходом;
- проверка наличия буйков и буев на судоходных реках.

Заключение. Рассмотренные вопросы позволят поддерживать ПП в рабочем состоянии и предотвращать всевозможные инциденты.

Данный документ согласован с МЧС, Министерство транспорта и коммуникаций РБ. И утверждён в ОАО «Гомельтранснефть Дружба». Тем самым принят к действию данной организацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТП 09100.20001.018-2018 «Порядок технической эксплуатации переходов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через водные преграды».
2. ОР-75.200.00-КТН-088-12 «Порядок технической эксплуатации переходов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через водные преграды и малые водотоки».
3. ОР-13.01-60.30.00-КТН-002-3-02 «Регламент технической эксплуатации переходов магистральных нефтепроводов через водные преграды».

УДК 665.6/7

АНАЛИЗ НЕДОСТАТКОВ ПРИМЕНЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ И УСТАНОВОК УЛАВЛИВАНИЯ И РЕКУПЕРАЦИИ ПАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

В.С. ШМИГИРО

(Представлено: А.И. ЯКУБЕНКО)

Рассматриваются вопросы, связанные с потерями нефти и нефтепродуктов от испарений, основные методы сокращения потерь, вопросы использования разновидностей установок улавливания и рекуперации паров лёгких фракций углеводородов как одних из наиболее эффективных методов борьбы с потерями, выделение основных недостатков разновидностей установок и проведение их сравнительного анализа.

Введение. Проблема сокращения потерь углеводородов в процессе их добычи, транспортирования, хранения, распределения и использования остается одной из актуальных в топливной промышленности Республики Беларусь. Исследования показывают, что на долю потерь от испарения нефти и нефтепродуктов приходится до 75% всех потерь при хранении и сливо-наливных операциях (остальные приходятся на утечки, смешение продуктов, аварии). Ущерб, наносимый этими потерями, является как экономическим (прямые потери нефтепродуктов), так и экологическим (загрязнение воздуха в местах расположения объектов хранения и налива нефтепродуктов) [1]. Достаточно сказать, что в соседних странах за год потери бензина от испарения только на нефтебазах составляют более 100 тыс. тонн, на АЗС более 140 тыс. тонн [2].

При решении проблемы сокращения потерь от испарения и выбросов в атмосферу перед проектирующими и эксплуатирующими организациями встает вопрос выбора способов и средств сокращения потерь. Традиционные средства сокращения потерь нефтепродуктов (диски-отражатели, газоуравнительные системы, понтоны, плавающие крыши) во многих случаях оказываются недостаточно эффективными (не выполняющими требований гигиенических нормативов РБ по ПДК вредных выбросов), особенно в условиях нефтебаз и АЗС [4].

Цель работы состоит в анализе исследовательских знаний о существующих способах и установках улавливания и рекуперации паров нефтепродуктов, рассмотрении разновидностей установок и систем, используемых на предприятиях нефтегазовой отрасли, установлении их основных недостатков.

Задачи работы:

- Рассмотреть различные типы установок улавливания и рекуперации паров;
- Выделить основные недостатки различных типов установок улавливания и рекуперации паров;
- Провести сравнительный анализ недостатков различных типов установок и определить наиболее подходящий к использованию вариант.

Основная часть. Наиболее полно решить проблему сокращения потерь и выбросов в атмосферу при приеме, отпуске и хранении нефтепродуктов можно с помощью систем улавливания легких фракций (УЛФ) [3]. Для улавливания и рекуперации паров нефтепродуктов, выделяющихся из резервуаров и при сливо-наливных операциях, применяются установки различного типа. Несмотря на разнообразие предлагаемых установок, можно выделить основные способы (технологии), реализованные в установках улавливания и рекуперации паров нефтепродуктов:

- компрессионный – основан на сжатии паров углеводородов до конденсации паров;
- адсорбционный – основан на поглощении углеводородов из паровоздушной смеси твердыми адсорбентами с последующей десорбцией;
- криогенный – основан на охлаждении паровоздушной смеси без изменения давления до конденсации углеводородов в жидкую фазу;
- абсорбционный – основан на поглощении углеводородов из паровоздушной смеси жидкими абсорбентами;
- мембранные технологии;
- комбинированные – различное сочетание конденсационного, абсорбционного способов.

Все указанные способы имеют свои преимущества и недостатки. Анализ недостатков применения различных типов установок улавливания и рекуперации паров представлен ниже [5].

1. Компрессионный способ: необходимая степень конденсации достигается при очень больших давлениях сжатия, что в свою очередь приводит к высоким энергетическим затратам. Для проведения технологического процесса рекуперации необходимо наличие дополнительного оборудования. Дополнительные затраты возникают в связи с необходимостью заполнения резервуаров инертным газом.

2. Адсорбционный способ: высокая стоимость оборудования, необходимость в наличии дополнительной аппаратуры для проведения процесса рекуперации, повышающей энергозатраты. В зимний период наблюдается нарушение работоспособности клапанов, сбоя системы автоматики и прекращение работы всей установки. Необходимость периодической замены активированного угля с последующей утилизацией.

3. Криогенный способ: дополнительные затраты возникают в связи с необходимостью наличия жидкого азота, позволяющего проводить процесс рекуперации. В зимний период наблюдается нарушение работоспособности установки из-за замерзания влаги в «мёртвых» зонах, требуется специально подготовленный персонал.

4. Абсорбционный способ: работа установки вызывает большие энергетические затраты, дополнительные затраты возникают в связи с необходимостью наличия абсорбента, позволяющего проводить процесс рекуперации. Большая металлоемкость и габариты - высокая стоимость оборудования.

5. Мембранные технологии: повышенные энергетические затраты на осуществление процесса и необходимости введения предварительных фильтрационных, абсорбционных или компрессионных контуров для утилизации выделенных (газообразных) углеводородов делают широкое применение мембранных технологий в настоящее время проблематичным.

Сравнительный анализ недостатков существующих способов и установок улавливания и рекуперации паров нефтепродуктов представлен в таблице 1. При этом минусом обозначен недостаток способа по критерию, плюсом – отсутствие недостатка по данному критерию.

Таблица 1 – Сравнительный анализ недостатков существующих способов и установок улавливания и рекуперации

Способы улавливания и рекуперации	Критерии оценки недостатков существующих способов и установок улавливания и рекуперации							
	Энергозатраты	Дополнительные затраты	Дополнительное оборудование	Работоспособность в зимний период	Высокая стоимость оборудования	Наличие обученного персонала	Пожарная безопасность	Итого недостатков
1. Компрессионный способ	-	-	-	+	+	+	+	3
2. Адсорбционный способ	-	+	-	-	-	+	+	4
3. Криогенный способ	+	-	+	-	+	-	+	3
4. Абсорбционный способ	-	-	+	+	-	+	-	4
5. Мембранные технологии	-	+	-	+	-	+	+	3

Источник: собственная разработка

Таким образом, проведя сравнительный анализ недостатков существующих способов и установок улавливания и рекуперации паров лёгких фракций углеводородов по семи критериям оценки невозможно однозначно определить наиболее подходящий к использованию вариант системы. В определённых случаях недостатки систем могут быть компенсированы предприятием, например повышенные энергозатраты компенсируются применением альтернативных источников энергии, а работоспособность в зимний период не является недостатком способа при расположении предприятия тёплых климатических условиях. Одной из проблем объекта исследования является отсутствие в Республике Беларусь технического нормативного правового акта, регламентирующего выбор того или иного способа рекуперации паров в зависимости от категории склада хранения нефти и нефтепродуктов. Вследствие этого предприятиям нефтегазовой отрасли сложно определиться с тем или иным видом системы или установки, позволяющей сократить потери от испарений нефти и нефтепродуктов в максимальной степени.

Заключение. В данной статье были рассмотрены вопросы, связанные с использованием различных видов установок улавливания и рекуперации паров лёгких фракций углеводородов как одних из наиболее эффективных методов борьбы с потерями нефти и нефтепродуктов от испарений. Произведён сравнительный анализ недостатков существующих способов и установок улавливания и рекуперации

паров по семи критериям. В результате выполненной работы мной будет разработана рекомендация к написанию технического нормативного правового акта по проектированию и эксплуатации данных систем и установок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф.Ф. Абузова – Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении – Москва «Недра», 1981.
2. Новые технологии хранения нефтепродуктов. Кирилов Н.П. Энергетика и промышленность России, 2003, №2.
3. Ржавский Е.А. Методы и средства борьбы с потерями нефти и нефтепродуктов при транспорте и хранении. М. ВНИИОЭНГ, 1969, – 65с. – Тем. обзоры. Сер. Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов.
4. Система улавливания легких фракций моторных топлив на автозаправочных станциях. А.А. Александров, И.А. Архаров, В.Ю. Емельянов. Холодильная техника, 2004, №3.
5. Обзор действующих систем улавливания паров нефтепродуктов. А.А. Александров, И.А. Архаров, В.Ю. Емельянов. Современная АЗС, 2005, № 10, 11, 12.

УДК 665.6/7

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ГАЗОУРАВНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И УСТАНОВОК РЕКУПЕРАЦИИ ПАРОВ
УГЛЕВОДОРОДОВ****В.С. ШМИГИРО***(Представлено: А.И. ЯКУБЕНКО)*

Рассматриваются проблемы, связанные с потерями нефти и нефтепродуктов от испарений, основные методы борьбы с ними, вопросы проектирования и эксплуатации нефтебаз и нефтехранилищ с использованием газоуравнительных систем и установок рекуперации паров лёгких фракций углеводородов как одного из наиболее эффективных методов борьбы с потерями. Выделяются основные проблемы объекта исследования, объясняется актуальность проблемы и её значимость для предприятий нефтегазовой отрасли Республики Беларусь.

Введение. Проблемы, связанные с потерями нефтепродуктов, в разной степени затрагивают все звенья функционирования системы нефтеобеспечения и являются важными показателями технического совершенствования всех операций: начиная от транспортировки и заканчивая реализацией нефтепродуктов. В настоящее время одно из наиболее эффективных направлений развития экономики – всемирное ресурсосбережение. Особенно остро эта проблема ощущается в области экономии энергетических ресурсов. Сокращение потерь нефтепродуктов – одно из важнейших направлений сбережения ресурсов в условиях, когда запасы нефти ограничены, а её добыча требует всё больших усилий. Естественным, необходимым и само собой разумеющимся в таких ситуациях является стремление бережнее относиться к тому, что уже добыто и переработано в товарный продукт.

Актуальность проблемы. Энергетическая стратегия любого государства предусматривает уменьшение потребления энергоресурсов за счет их рационального использования. Поэтому поиск резервов ресурсосбережения во всех отраслях экономики весьма актуален.

В процессе транспортировки, хранения и распределения нефтепродуктов допускаются их значительные потери, главной составляющей которых являются потери от испарения. Испаряемость нефтепродуктов обусловлена их физическими параметрами, лишившись которых они утратят свои эксплуатационные качества. Поэтому сокращение потерь от испарения является немаловажной проблемой, с которой необходимо бороться. На сегодняшний день существует множество способов для предотвращения потерь нефтепродуктов. Объектом исследования работы является один из наиболее эффективных методов борьбы с потерями – газоуравнительные системы и установки рекуперации паров лёгких фракций углеводородов. Основная проблема объекта исследования – отсутствие в Республике Беларусь технических нормативных правовых актов по проектированию и эксплуатации газоуравнительных систем и установок рекуперации паров углеводородов.

Цель работы состоит в анализе, структурировании и систематизации исследовательских знаний в области сокращения потерь нефтепродуктов от испарения за счет использования газоуравнительных систем и установок рекуперации паров углеводородов, рассмотрении установок и систем, используемых на предприятиях нефтегазовой отрасли Республики Беларусь.

Задачи работы:

- Проанализировать источники и типы потерь нефтепродуктов;
- Рассмотреть механизм потерь нефтепродуктов от испарения;
- Рассмотреть способы сокращения потерь нефти и нефтепродуктов от испарения;
- Рассмотреть газоуравнительные системы и установки рекуперации паров в качестве методов борьбы с потерями от испарений;

Основная часть. Значительной проблемой при эксплуатации резервуарных парков считается сохранение качества и количества продукта. Вопросы, затрагивающие потери, в разном отношении влияют на всю систему нефтепродуктообеспечения и считаются немаловажными показателями технического совершенствования технологических операций, начиная от транспорта и заканчивая реализацией нефтепродуктов. Для достижения этой цели необходима максимальная герметизация абсолютно всех сливо-наливных операций и процессов хранения нефтепродуктов. Главная часть потерь от испарения на протяжении всего маршрута транспортировки нефти от промысла и до нефтеперерабатывающих заводов, на самих заводах и нефтепродуктов от заводов и до потребителей приходится на резервуары. Все потери нефти и нефтепродуктов систематизируются на последующие типы [5]: количественные потери, связанные с уменьшением самого продукта; качественно-количественные потери, при которых происходит численная утрата с совместным ухудшением качества продукта, – потери от испарения; качественные потери, когда ухудшаются свойства продукта, но при этом его количество не изменяется, – потери при недопустимом смешении. Процентное соотношение потерь нефти и нефтепродуктов представлено в таблице 1.

Таблица №1. Потери нефтепродуктов и нефти

Источники потерь	Потери, %
В резервуарах	64,8
в том числе:	
от больших дыханий	54,0
от выдуваний	4,6
от газового сифона	0,9
при зачистке	5,3
в насосных станциях	2,3
с канализационными стоками	7,5
В линейной части	23,5
в том числе	
от утечек	22,3
от аварий	1,2
при наливке железнодорожных цистерн	1,84

Источник: [1]

При хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарах потери от испарения происходят при «малых и больших дыханиях» резервуаров [2]. «Малые дыхания» — это выбросы паров углеводородов из резервуара и впуск воздуха в резервуар при колебании температуры окружающей среды в течение суток. В дневное время температура окружающей среды и продукта в резервуаре увеличивается, в результате внутри резервуара увеличивается объем продукта, повышается интенсивность испарения и увеличивается давление паров в газовом пространстве. При достижении давления до предельного рабочего значения открывается дыхательный клапан, и пары с загрязненным воздухом выбрасываются в атмосферу. В ночное время процесс протекает в обратном направлении — температура окружающей среды уменьшается и соответственно происходит конденсация паров в резервуаре, снижение давления в газовом пространстве, и при достижении его до нижнего критического значения дыхательный клапан открывается и в резервуар поступает из атмосферы воздух.

«Большие дыхания» резервуаров происходят во время закачки нефтепродукта в резервуар или при его выкачке. При закачке в резервуаре давление в газовом пространстве возрастает до верхнего критического значения и смесь паров с воздухом выбрасывается в атмосферу через дыхательный или предохранительный клапаны. При выкачке, наоборот, в резервуаре создается вакуум, и воздух из атмосферы через клапаны поступает в резервуар.

Классификация способов сокращения потерь от испарения [1] представлена на рисунке 1.



Рисунок 2.1 – Способы сокращения потерь от испарения

Предприятия нефтегазовой отрасли Республики Беларусь не в полной мере используют представленные выше способы сокращения потерь от испарений, при этом газоуравнительные системы и установки рекуперации паров не нашли широкого распространения. В результате анализа собранных данных можно сказать, что только 30–40% складов хранения нефтепродуктов республики используют газоуравнительные системы и установки рекуперации паров. Наибольшее распространение нашли газоуравнительные системы с газгольдерами, а так же установки рекуперации паров основанные на адсорбции. При этом не все системы и установки функционируют в номинальном рабочем режиме, на некоторых предприятиях производительность систем составляет 20–30% от желаемого значения. Данная проблема наблюдается повсеместно и связана с отсутствием рекомендаций и документов, регламентирующих проектирование и эксплуатацию данных систем в зависимости от категории нефтебазы.

Основная проблема объекта исследования заключается в отсутствии структурированной и систематизированной информации о газоуравнительных системах и установках рекуперации паров углеводородов как способов сокращения потерь нефти и нефтепродуктов от испарений. Так же проблема обусловлена отсутствием единой терминологии, незначительным упоминанием газоуравнительных систем и установок рекуперации в нормативной документации [3, 4], регламентирующей проектирование, сооружение и эксплуатацию нефтебаз и нефтехранилищ, а так же отсутствием единого нормативного документа, описывающего проектирование и эксплуатацию данных систем. На данном этапе развития отечественных технологий, а так же с учётом зарубежного опыта можно выделить большое разнообразие видов газоуравнительных систем и установок рекуперации, отличающихся по принципу действия и производительности работы. Таким образом, промышленным предприятиям сложно определиться с тем или иным видом системы или установки, позволяющей сократить потери от испарений нефти и нефтепродуктов в максимальной степени, что ещё раз подтверждает актуальность проблемы исследования.

Заключение. В данной статье были рассмотрены вопросы, связанные с использованием и применением газоуравнительных систем и установок рекуперации паров углеводородов как одних из наиболее эффективных методов борьбы с потерями нефти и нефтепродуктов от испарений. Проанализированы проблемы объекта исследования, не имеющего нормативного сопровождения в Республике Беларусь, выделены цель и основные задачи исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф.Ф. Абузова – Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении – Москва «Недра», 1981.
2. З.А. Попова – Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов – Москва «Недра», 1972.
3. Строительные нормы и правила Республики Беларусь – Склады нефти и нефтепродуктов СНБ 3.02.01-98.
4. Нормы технологического проектирования предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебаз) ВНТП 5-95.
5. Н.Т. Бахтизин – Потери нефтепродуктов в сфере обращения и меры по их сокращению – Научное издательство «Башкирская энциклопедия», Уфа, 2000.

УДК 665.5/.7

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

В.В. СТАРОСОТНИКОВ, А.Э. ЛИТВИН

(Представлено: А.И. ЯКУБЕНКО)

В работе рассмотрено использование искусственного интеллекта и машинного зрения в нефтегазовой отрасли. Изучены вопросы об искусственном интеллекте, нефтегазовой отрасли, существующие проблемы в нефтегазовой отрасли и возможные решения этих проблем с помощью искусственного интеллекта. Выполнен анализ работы систем искусственных нейронных сетей в нефтегазовой отрасли.

Введение. С развитием технологий и цивилизации появлялись новые методы решения возникающих проблем в промышленности. В последнее десятилетие появился новейший метод – искусственный интеллект. Сфера применения данного метода обширна и многообразна, начиная от банального определения цвета на фотографии, заканчивая системой автономной работы различных систем. Снижение цен на нефть и другие сырьевые товары, происходившее в последние годы, бросает серьезный вызов добывающим компаниям. Низкие цены побуждают искать новые инновационные решения – пути повышения эффективности, как текущей операционной деятельности, так и стратегического планирования. Одним из таких направлений является искусственный интеллект.

Основная часть. Искусственный интеллект – это способность компьютерных систем имитировать интеллект человека в выполнении разных задач: обучение (восприятие данных, их обработка и определение правил их использования), заключение и вывод (применение этих правил для совершения определенных решений), самоисправление (самостоятельное исправление ошибок с учетом накапливаемого опыта) и др. [1]. Искусственный интеллект способен обрабатывать огромные массивы данных, быстро структурировать их, производить анализ и давать на выходе требуемый результат. Наиболее популярные области использования искусственного интеллекта – распознавание образов (текстов, изображений, речи, лиц и др.), «компьютерное зрение» (технология, позволяющая компьютерам определять, отслеживать и классифицировать объекты), машинный перевод, игровые программы, обработка и анализ данных, и многое другое. Значительную роль искусственный интеллект играет и в работе нефтегазовой отрасли – от интерпретации геологических данных до собственно добычи углеводородов [2]. Его привлечение приводит к снижению затрат и к повышению эффективности производства.

Нефтегазовая отрасль занимает огромное влияние в мировой промышленности и экономике. Из-за неё начинаются войны и конфликты, от цены на нефть и газ зависят экономика и развитие многих стран мира. Нефтегазовую отрасль принято разделить на 3 основные части:

1. Добыча.
2. Транспортировка.
3. Переработка.

Всё начинается с поиска природных энергоресурсов в недрах земли. Процесс этот весьма наукоёмкий и трудозатратный, требующий современных инструментов и оборудования. Выделяют три метода нефтедобычи, в зависимости от давлений в нефтеносном пласте и способов его поддержания: первичный метод, вторичный метод, третичный метод. К транспортировке нефти и газа относятся трубопроводы, насосные станции, компрессорные станции, резервуарные парки. Транспортные сети энергоресурсов охватывают множество стран и климатических условий, поэтому при сооружении линейной части необходимо учитывать не только данные для перекачки, но и законы стран, где пролагает трубопровод, и климатические условия. Трубопроводный транспорт является наиболее значимым в транспорте нефти и газа, однако существуют ещё и железнодорожный, речной, морской и автомобильный виды транспортировки энергоресурсов. Переработка нефти и газа существенно облегчает жизнь человечества. При переработке нефти мы получаем огромное количество различных топлив и материалов. При всём многообразии выполняемых работ и операций, существует и большое количество проблем, решение которых может дать внедрение систем искусственного интеллекта. К основным проблемам современного развития нефтегазовой отрасли относятся:

1. Нерациональное недропользование (низкий уровень извлечения запасов нефти) и неудовлетворительная деятельность большинства нефтяных компаний по воспроизводству минерально-сырьевой базы. Воспроизводство минерально-сырьевой базы не соответствует задачам развития добычи нефти [3].

2. Высокая степень износа основного оборудования нефтеперерабатывающей промышленности и низкое качество нефтепродуктов. На НПЗ используются устаревшие, энергоёмкие и экологически несовершенные технологии, в технологической схеме переработки нефти низкая доля углубляющих процес-

сов (каталитический крекинг, гидрокрекинг) и низкий уровень конверсии нефтяного сырья в более важные продукты нефтепереработки.

3. Низкое внедрение новых технологий и инноваций. Значимость их использования определяется увеличением доли трудноизвлекаемых запасов (сверхвязкие нефти, природные битумы) в структуре минерально-сырьевой базы нефтяного комплекса, необходимостью освоения шельфовых месторождений и глубокозалегающих горизонтов в зрелых нефтегазовых провинциях. Применение систем искусственных нейронных сетей позволяет решать множество задач, связанных с добычей нефти и газа [4]. Использование таких систем позволяет уменьшить требуемое количество скважин и тестов для определения характеристик грунтов и их свойств, что приводит к значительной экономии времени и денежных средств. Например, внедрение нейронных сетей в процесс картографирования почвенных слоев на востоке Ирака показало высокую степень точности предсказания обученных моделей на основе искусственных нейронных сетей — около 90% [5]. Применение нейронных сетей снижает стоимость проводимых исследований и улучшает качество выполнения геологической оценки. Польза от систем искусственных нейронных сетей объясняется их способностью обрабатывать огромный объем информации, работать с нелинейными взаимосвязями, приспосабливаться к постоянно изменяющимся условиям, постоянно обучаясь. Искусственные нейронные сети применяются для прогнозирования различных геофизических параметров, для построения кривых геофизических исследований скважин. Анализ геологических данных крайне важен для оценки нефтегазофых исследуемых участков [6]. Искусственные нейронные сети позволяют анализировать геологический разрез по материалам сейсморазведки, что является наиболее результативным геофизическим методом нахождения углеводородов. Применение искусственного интеллекта в этом направлении увеличивает эффективность геологоразведочных работ, повышая их скорость и точность и снижая затраты [7].

Заключение. Искусственный интеллект уже внедрен в реальную практику и активно используется в работе сырьевой отрасли. Методы искусственного интеллекта, особенно нейронные сети, активно применяются в геологоразведке и в добыче углеводородов. Другим важным направлением применения искусственного интеллекта является прогнозирование цен на сырье, от которых зависят прибыль добывающих компаний и стратегия их развития. Модели на основе искусственного интеллекта могут максимально точно воспроизводить сложное поведение на сырьевых и фондовых рынках, описывать и прогнозировать волатильные временные ряды. При этом они не требуют предварительной обработки данных, ручного перебора и выбора оптимальной модели, могут работать с пропущенными и ошибочными наблюдениями, способны самообучаться и дообучаться с появлением новых актуальных данных. Окупаемость таких систем либо практически мгновенная, либо практически не окупаемая в связи с различными факторами. Поэтому крупные компании неохотно внедряют системы искусственного интеллекта, однако это лишь вопрос времени. Таким образом, методы искусственного интеллекта имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными подходами и могут стать подходящим инструментом повышения эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самойлова Е.М., Игнатьев А.А. Интеграция искусственного интеллекта в автоматизированные системы управления и проектирования технологических процессов
2. Нигматуллин В.Р., Руднев Н.А. Использование методов машинного обучения и искусственного интеллекта в химической технологии. Часть 1. / В.Р. Нигматуллин, Н.А. Руднев // Сетевое издание «Нефтегазовое дело»; – 243–268 с.
3. Борисов А.С., Куликов С.А. Искусственные нейронные сети в прогнозировании нефтегазоносности по данным сейсморазведки // Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий. 2012.
4. Родина С.Н., Силкин К.Ю. Применение нейросетевого подхода при интерпретации каротажных данных // Вестник ВГУ, Геология. 2007. №2. – 184–188 с.
5. Шайбаков Р.А. Использование нейросетевого аппарата для идентификации границ геологических объектов / Материалы международной научной конференции «Технические науки: традиции и инновации». Челябинск: Два комсомольца, 2012. – 8–11 с.
6. Караткевич С.Г. Перспективы применения систем искусственного интеллекта на основе G2 PLATFORM фирмы GENSYM / С.Г. Караткевич, А.Н. Лашенков // CONNECT! Мир связи. 2007. №3. – 34–38 с.
7. Казначеев П.Ф., Самойлова Р.В., Курчиски Н.В., Применение методов искусственного интеллекта для повышения эффективности в нефтегазовой и других сырьевых отраслях / Экономическая политика. 2016. Т. 11. №5. – 188–197 с.

УДК 656.56

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ЗАЩИТЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ОТ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ УГРОЗ

А.Э. ЛИТВИН, В.В. СТАРОСОТНИКОВ
(Представлено: А.И. ЯКУБЕНКО)

Статистические данные, собранные на объектах трубопроводного транспорта Республики Беларусь, свидетельствуют об учащении случаев хищения перекачиваемого продукта при подземной транспортировке, путем незаконных врезок в трубопровод.

Введение. За последние годы было выявлено большое количество диверсионных актов по хищению нефтепродукта. Такие криминальные вмешательства в транспортировку нефти и нефтепродуктов, представляют угрозу для окружающей среды и для здоровья и жизни населения. Несанкционированная врезка в магистральный трубопровод может спровоцировать разлив нефти и нефтепродукта, который приведет к загрязнению почвы, рек и водоемов. Кроме того, это приведет к экономическим потерям для организации.

Основная часть. Во всем мире, основные исследования, для предотвращения криминальной врезки в магистральный трубопровод, направлены на обнаружение сейсмической активности в охранной зоне магистрального трубопровода. Обнаружение активности определяют по средствам волоконно-оптического кабеля, полученные данные которого в дальнейшем расшифровывают с помощью искусственного интеллекта [1]. Так же, кроме применения оптоволоконной системы, существуют тепловизионные и видеовиброаналитические системы. Однако применение таких систем намного усложняется в использовании и расшифровке полученных данных. Во всех, указанных выше, способах предотвращения незаконных врезок в магистральный трубопровод, важную роль играет искусственный интеллект. Искусственный интеллект – это алгоритм, который выполняет действие вместо человека, с помощью вычислительной мощности. В данной системе искусственный интеллект расшифровывает данные, полученные с датчика, и в случае подозрительной сейсмической активности в охранной зоне магистрального трубопровода, сигнализирует оператору. Ведущими разработчиками в мире, данной системы являются: “Halliburton”, “Schlumberger”, «Омега», «Интел-системы», «Оптолинк».

Общий принцип работы данных систем по защите трубопроводов основан на следующем: признаком незаконного акта врезки в трубопровод, является вторжение нарушителя в охранную зону и формирование шурфа для контакта с оболочкой трубы. В месте деформации слоя почвы формируются сейсмическая активность, которая, достигая волоконно-оптического кабеля, вызывает его деформацию. В свою очередь датчик системы обнаружения передает данные на расшифровку, где искусственный интеллект основываясь на данных, которые были в него заложены при обучении, определяет природу возникшей сейсмической активности [3]. Так же стоит обратить внимание, что на обучение искусственного интеллекта, оказывают влияние следующие критерии:

- погодные условия в месте залегания кабеля;
- местность и общая сейсмическая активность на данном участке;
- плотность грунтов и их тип;
- водонасыщенность грунтов;
- пористость грунтов;
- глубину залегания волоконно-оптического кабеля;
- расстояния до ближайших мест жизнедеятельности людей.

Перечисленные критерии и создают важнейшую проблему данной системы обнаружения, а именно шумовой фактор [2]. Шумовой фактор создает фон, который затрудняет расшифровку сейсмических колебаний, а, следовательно, и уменьшает точность работы всей системы в целом. Амплитуды естественных сейсмических шумов находятся на уровне 1 мкм и соизмеримы с амплитудой сигналов подлежащих обнаружению (рис. 1.).

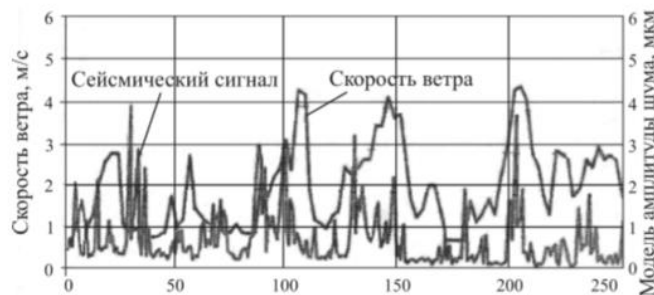


Рисунок 1. – Регистрограмма скорости ветра и модуля сейсмической активности

Это обстоятельство определило появление ошибки расшифровки искусственным интеллектом – «анализ данных от распределенного волоконно-оптического датчика затруднен огромным уровнем помех». Для борьбы с помехами используются методы накопления фильтрации. Наибольшее распространение получила вейвлет-фильтрация, позволяющая снизить уровень шума во всех частотных диапазонах [4]. Так же большинство зарубежных компаний пытается решить данную проблему, с помощью постоянного усовершенствования искусственного интеллекта, а именно ежегодно проводится большое количество экспериментов с записью сейсмической активности и последующей загрузкой в алгоритм системы с указаниями критериев, в которых проводилась запись. Так с 2014 года уровень точности расшифровки вырос на 30% и сигнализационная надежность системы вышла на средний уровень. Что касается помехоустойчивости системы, она так же стала гораздо лучше, если в 2014 году, на каждые 100 часов работы приходилось одно ложное срабатывание, что являлось неудовлетворительным показателем, то сейчас ложное срабатывание приходится на 1500–2000 часов работы на участке в 100 километров [5]. Таким образом на сегодняшний день, мы имеем систему, которая может определить и передать оператору информацию о проведении работ вблизи охранной зоны, приближение к охраняемому объекту с точностью до 10 метров, проезд автомобиля вблизи и так далее. Но у этой системы по прежнему есть ряд недостатков, которые с каждым годом все больше нивелируются. Так же хотелось бы обратить внимание, что на данный момент уже были случаи, когда преступники обходили данную систему. Используя устройства, которое создают большое количество малых сейсмических колебаний, злоумышленники не дают волоконно-оптическому датчику уловить сейсмические колебания о их работах.

По этой причине уже появились проекты, которые находятся на начальном этапе, по совмещению волоконно-оптической системы с видеовиброаналитической, тепловизионной и мультисенсорной систем [6]. Это позволит сравнивать показатели систем и получать более точные сигналы от искусственного интеллекта, уменьшит шанс обхода системы, с целью совершения преступного акта, а так же в перспективе позволит определять места утечек.

Заключение. Обозначенные выше видеоаналитическая, виброакустическая, мультисенсорная и тепловизионная системы могут быть использованы для защиты трубопровода и обнаружения утечек, как с базовым обнаружителем, так и в связке между собой. Таким образом, через несколько лет, мы получим систему, которая будет успешно предотвращать и обнаруживать несанкционированную врезку, что позволит решить главные проблемы в эксплуатации магистрального трубопровода. Так же, следует обратить внимание на то, что направление исследований в сфере искусственного интеллекта в трубопроводном транспорте достаточно молодое, но очень перспективное и приносящее успехи уже сейчас. В ближайшем будущем использование искусственного интеллекта будет применено к множественным аспектам трубопроводного транспорта и существенно облегчит проектирование, сооружение и эксплуатацию магистральных трубопроводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волоконно-оптическая система мониторинга протяженных объектов (нефтепроводов) на основе когерентного рефлектометра / Е.Т. Нестеров, К.В. Марченко, В.Н. Трещиков, А.В. Леонов // Т-Сотт: телекоммуникации и транспорт. – 2014- №1. – 25–28 с.
2. Шеховцов А.В., Мансуров М.Н., Голубин С.И. Экспериментальное исследование волоконно-оптического метода обнаружения утечек из нефтегазопроводов // Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 2015.-№6(52). – 30–35 с.
3. Шестаков Р.А., Ганеева Л.К. Анализ волоконно-оптических методов обнаружения незаконных врезок в трубопровод // Труды РГУ нефти и газа имени И.М. Губкин. – 2015. - №2(279). – 56–64 с.
4. Кузнецов В.А., Цуканов В.Н., Яковлев М.Я. Волоконно-оптические информационно-измерительные системы // Высокие технологии в промышленности России (материалы и устройства функциональной электроники и микрофотоники): материалы 12 международной научно-технической конференции. / ОАО ЦНИТИ “Техномаш”. – М.,2006. – 342–349 с.
5. Боровский А.С., Тарасов А.Д. Общая математическая модель системы физической защиты объектов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2011. №10. – 21–29 с.
6. Елифанцев Б.Н., Пятков А.А., Копейкин С.А. Мультисенсорные системы мониторинга территорий ограниченного доступа: возможность видеоаналитического канала обнаружения вторжений // Компьютерная оптика. – 2016.-Т.40, №1. – 121–129 с.

УДК 656.56

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ПРЕДУСМОТРЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ НОРМАТИВНЫМИ ПРАВОВЫМИ АКТАМИ**В.В. БОЛОТОВ***(Представлено: доц. Л.М. СПИРИДЕНОК)*

В данной статье рассмотрены вопросы ликвидации последствий аварий на магистральных трубопроводах, охрана окружающей среды, оптимизация процессов предотвращения аварийных разливов нефти, нефтепродуктов и выбросов газа. Проведён анализ действующих нормативных правовых актов регламентирующих меры безопасности объектов окружающей среды магистральных трубопроводов, определена проблема объекта исследования, предложена рекомендация к разработке единого технического нормативного правового акта для предприятий нефтегазовой отрасли Республики Беларусь и Российской Федерации.

Введение. Магистральные, промысловые и технологические нефтепроводы и газопроводы - это сложные инженерные конструкции, эксплуатируемые в разных климатических условиях. Системы магистрального трубопроводного транспорта нефти и газа за время своей эксплуатации подвергаются значительным нагрузкам как вне, так и внутри, что приводит к существенным авариям, и, как следствие, к загрязнению окружающей среды.

Несмотря на высокие требования, предъявляемые к магистральным трубопроводам и их объектам, риски возникновения аварийных ситуаций всё равно остаются. Главным нормативным документом, в котором содержится информация по охране магистральных трубопроводов, идентификации и ликвидации последствий аварий, является – «Закон РБ О магистральном трубопроводном транспорте» от 9.01.2002 года. Одним из направлений регулирования данного документа являются вопросы охраны окружающей среды. Кроме этого основного документа в Республике Беларусь и Российской Федерации действуют и другие технические нормативные правовые акты, регламентирующие действия эксплуатации магистральных трубопроводов и охраны окружающей среды.

Основная часть. Для оптимизации системы защиты охраны окружающей среды от воздействия магистральных трубопроводов, появляется необходимость изучения технических нормативных правовых актов, в которых описаны методы и средства предупреждения чрезвычайных аварийных ситуаций и ликвидации последствий аварий на трубопроводе большой протяженности для повышения экологической безопасности, ресурсосбережения и охраны окружающей среды.

Существует большое количество нормативной документации о требованиях к эксплуатации и ликвидации последствий аварий на магистральных нефтепроводах и газопроводах с целью предотвращения загрязнения окружающей среды. Проблема заключается в том, что нет единого технического нормативного документа, в котором были бы изложены правила и положения технической эксплуатации магистральных трубопроводов, ликвидации последствий аварий и охраны окружающей среды.

Аварией на магистральном трубопроводе считается внезапный вылив, истечение нефти или выбросом под давлением опасных химических или пожаровзрывоопасных веществ в результате полного разрушения или повреждения трубопровода, его элементов, резервуаров, оборудования и устройств [2]. При авариях воздействия на окружающую среду происходят на:

- водных объектах;
- земельных участках;
- приземном слое атмосферы.

Разлив нефти на водных объектах является одной из самых сложных экологических задач для решения, так как нефть содержит одновременно тяжелые и летучие углеводороды. Во всех технологиях ликвидации разливов нефти решающее (критическое) значение имеет время: как от момента поступления на водную поверхность до начала ликвидации, так и общее время, затрачиваемое на проведение работ по сбору нефти. Если разлившаяся нефть может быть эффективным образом локализована у источника или быстро удалена с водной поверхности, то общие экологические последствия будут гораздо менее тяжелыми, чем в случае, когда весь объем разлитой нефти, ничем не ограниченный, попадает в окружающую среду.

Широко используемые методы борьбы с нефтяным загрязнением воды, как: защита плавучими заграждениями (бонами); выжигание тяжелых нефтяных фракций; механический сбор нефти; обработка

нефтяного пятна бактериями, разлагающими углеводороды; применение новых специально разработанных диспергирующих агентов, а также использование различных видов сорбентов [3].

Используемые в настоящее время методы очистки воды, устранения нефтяного привкуса и запаха, восстановления прозрачности и цветности, локализации, сброса и удаления нефти позволяют в какой-то мере смягчить последствия загрязнения, ускорить процесс восстановления временно утраченных свойств воды и тем самым обеспечить дальнейшее использование водоемов в культурно-бытовых и хозяйственно-питьевых целях. Однако для рыбного хозяйства водоему может быть нанесен невосполнимый ущерб вследствие высокой чувствительности живых организмов и растительности к нефтяному загрязнению, а также стойкости и токсичности этого загрязнения.

Согласно нормативного документа [1], регламентирующего проектирование новых и реконструируемых магистральных трубопроводов и ответвлений от них предусмотрены следующие меры безопасности объектов окружающей среды: на границах подводного перехода трубопровода через водный объект, определяемых горизонтом высоких вод, устанавливается запорная арматура в качестве средства для защиты от разлива продукта при аварии, при этом запорная арматура, устанавливаемая на нефтепроводах и нефтепродуктопроводах и трубопроводах сжиженного газа в местах перехода через реки или прохождения их на отметках выше населенных пунктов и промышленных предприятий на расстоянии менее 700 м, должна быть оборудована устройствами, обеспечивающими дистанционное управление.

Так же немаловажную проблему при разработке комплекса мер безопасности объектов окружающей среды при авариях на магистральных трубопроводах играют разливы углеводородов на земельных участках. На первых этапах ликвидации разлива нефти основной задачей является локализация загрязненного участка для предотвращения распространения нефтяного пятна и сбор максимально возможного количества разлитой нефти. Эти работы должны выполняться немедленно после аварии [4]. И чем тщательней они выполнены, тем благоприятнее прогноз результатов рекультивации. После сбора разлитой нефти часть ее остается сорбированной на почве и остатках растительности. Она частично выветривается, а при более длительных сроках — частично или полностью битуминизируется, покрывая почву плотной коркой. Нефть, разлитая на поверхности водоемов, через год оказывается на дне водоема вследствие сорбции на твердых частицах, а так же из-за увеличения плотности. Первым этапом рекультивации нефтезагрязненных земель является очистка почв и грунтов от нефти и нефтепродуктов. В качестве биохимических методов очистки собранного с разливов грунта предлагается устройство орошения полей, компостирование либо просто разбрасывание на почве нефтесодержащих отходов с последующим их самоочищением. Самый простой из перечисленных методов заключается в разбрасывании загрязненных отходов по почве тонким слоем с последующими периодическими перепашками для перемешивания и аэрации. Для интенсификации разложения и предотвращения выщелачивания и миграции загрязнений, в перемешанный с отходами грунт могут добавляться вода и вспомогательные вещества — удобрения, сорбенты и т.д.

При повреждении газо- и нефтепроводов воздействия на окружающую среду происходят в том числе и на приземный слой атмосферы [5]. Основными загрязнителями атмосферы являются природный газ, продукты испарения нефти и нефтепродуктов, аммиак, этилен, ацетилен, а также продукты сгорания перекачиваемых углеводородных смесей. Все эти загрязнения относятся к локальным и временным, так как они рассеиваются под воздействием воздушных потоков. Загрязнение приземного слоя атмосферы оказывает существенное отрицательное влияние на человека и растительность вследствие общетоксического действия перечисленных ингредиентов. Особую опасность представляет загрязнение воздуха вблизи населенных пунктов. К основным источникам загрязнения приземного слоя атмосферы при трубопроводном транспорте нефти, нефтепродуктов и газа следует отнести аварийные выбросы газа при отказах и ремонте линейной части магистральных газопроводов и испарение нефти и нефтепродуктов при хранении в резервуарах. Не менее сильным источником загрязнения воздуха являются пожары при возгорании или сжигании транспортируемых продуктов. Самопроизвольное возгорание нефти, нефтепродуктов и газа при повреждении линейной части или резервуара вызывает очень интенсивное загрязнение воздуха. В настоящее время это происходит не так часто.

В результате выполненного анализа технических нормативных правовых актов, регламентирующих правила и положения ликвидации аварий на магистральных трубопроводах, можно сделать вывод: проблема объекта исследования заключается в отсутствии единого технического нормативного документа, в котором были бы изложены общие для всех предприятий нефтегазовой отрасли Республики Беларусь и Российской Федерации правила и положения технической эксплуатации магистральных трубопроводов, ликвидации последствий аварий и охраны окружающей среды.

Заключение. Для решения и оптимизации процессов предотвращения и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, выбросов газа при аварии на газопроводах необходимо разработать единый технический нормативный документ, учитывающий комплексно проблему загрязнения окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.05.06-85* Магистральные трубопроводы.
2. РД 153-39.4-114-01 Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах.
3. ВСН 010-88 Строительство магистральных трубопроводов. Подводные переходы.
4. РД 39-110-91 Инструкция по ликвидации аварий и повреждений магистральных нефтепроводов.
5. Системы экологического менеджмента, энергоменеджмента и менеджмента безопасности: учебное пособие. Авторы: Т.В. Гусева, Я.П. Молчанова, Н.А. Макаров, А.В. Малков.

УДК 628.8

СОСТАВ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ
КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ СЕРЫ И РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ

А.С. КАМЕКО

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЕНОВА)

В статье выполнен подбор состава асфальтобетонной смеси с комплексным модификатором на основе серы и резиновой крошки. С применением метода математического планирования эксперимента определено количество серы и резиновой крошки в составе комплексного модификатора. Показано, что подобранный состав асфальтобетонной смеси обеспечивает получение предела прочности при сжатии при температуре 50 °С, $R_{сж50}$, 5,55 МПа.

Современные тенденции развития общества направлены на сохранение природных ресурсов и поддержание экологии. В связи с этим актуальны вопросы повторного применения отходов промышленных производств и отходов жизнедеятельности человека в производстве строительных материалов. В данной статье рассмотрено применение в асфальтобетонных смесях отходов серы, получаемой от глубокой переработки нефти нефтеперерабатывающими заводами, и резиновой крошки автомобильных покрышек.

Материалы и методы проведения эксперимента. Для проведения экспериментов использовались следующие материалы: сера техническая по ГОСТ 127.1–93; резиновая крошка, полученная путем измельчения автомобильных покрышек, фракция не более 0,315 мм; щебень гранитный, фракции 5–10 по ГОСТ 8267-93, марка щебня по прочности 1400, по истираемости И-1; отсев дробления, фракции 0–5 мм по ТУ ВУ 200161167.003-2010, модуль крупности 2,7, насыпная плотность 1510 кг/м³; битум дорожный марка БНД 70/100 по СТБ EN 12591-2010; минеральный порошок для асфальтобетонов из доломита марка МП-1 по ГОСТ 16557-2005.

Испытания проводились согласно СТБ 1115-2013 на стандартных цилиндрических образцах диаметром 71,4 ± 0,1 мм. Определялись следующие физико-механические характеристики: предел прочности при сжатии при 50 °С, водонасыщение, набухание, средняя плотность.

Разработка состава асфальтобетона с комплексным модификатором на основе серы и резиновой крошки выполнялась с применением метода математического планирования эксперимента и обработки данных факторного эксперимента с применением компьютерной программы «PlanExp B-D13», разработанной в среде программирования Microsoft Visual Basic 6.0. Программа ориентирована на работу с трехфакторным планом эксперимента B-D13, который позволяет получать нелинейные квадратичные модели, и обладает хорошими статистическими характеристиками.

В качестве варьируемых факторов рассматривались массовая доля серы в составе асфальтобетонной смеси (x_1), массовая доля битума (x_2) и массовая доля резиновой крошки (x_3), в качестве результирующего фактора принят предел прочности при сжатии при 50 °С. При варьировании факторов сохранялось постоянное следующее соотношение компонентов асфальтобетонной смеси (по массе) щебень: отсев дробления: минеральный порошок = 1: 0,48: 0,08. Согласно плану эксперимента выполнялось 10 опытов по 3 параллельных испытания в каждом. Факторы и интервалы варьирования представлены в таблице 1. План и результаты эксперимента представлены в таблице 2.

В таблице 3 представлены численные значения коэффициентов регрессии математической модели. Уравнение математической модели в кодированных переменных имеет следующий вид:

$$R_{сж50} = 3,693 + 0,869 \cdot x_1 - 0,328 \cdot x_2 + 0,372 \cdot x_3 - 0,056x_1^2 - 0,964x_2^2 - 0,721x_3^2 - 0,626 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,853 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,292 \cdot x_2 \cdot x_3$$

Значимость каждого коэффициента уравнения оценивали по t-критерию Стьюдента. В таблице 4 представлены значения t-критерия Стьюдента для каждого коэффициента. Дисперсия воспроизводимости в параллельных опытах – 0,035; число степеней свободы – 20; табличное значение t-критерия Стьюдента – 2,09. Коэффициент является незначимым, если расчетное значение t-критерия Стьюдента меньше табличного значения.

Таблица 1. – Факторы и интервалы их варьирования

Наименование фактора	Обозначение фактора	Нижний уровень (-1)	Основной уровень (0)	Верхний уровень (+1)	Интервал варьирования
Сера, % по массе	x_1	0	3	6	3
Битум, % по массе	x_2	3	5	7	2
Резиновая крошка, % по массе	x_3	0	1,5	3	1,5

Таблица 2. – План и результаты эксперимента

Номер опыта	Матрица планирования			Натуральные значения переменных			Предел прочности при сжатии при температуре 50°С, R _{сж50} , МПа, для образцов		
	x1	x2	x2	сера	битум	резиновая крошка	№1	№2	№3
1	-1	-1	-1	0	3	0	1,626	1,478	1,572
2	+1	-1	-1	6	3	0	2,876	3,159	2,498
3	-1	+1	-1	0	7	0	1,632	1,565	1,498
4	-1	-1	+1	0	3	3	0,01	0,01	0,01
5	-1	0,19	0,19	0	5,38	1,785	2,954	2,658	2,432
6	0,19	-1	0,19	3,57	3	1,785	3,44	3,601	3,058
7	0,19	0,19	-1	3,57	5,38	0	2,421	2,641	2,2
8	-0,29	+1	+1	2,13	7	3	1,991	2,016	2,103
9	+1	-0,29	+1	6	4,42	3	5,099	5,278	5,05
10	+1	+1	-0,29	6	7	1,065	2,213	2,088	1,99

Таблица 3. – Значения коэффициентов регрессии уравнения математической модели

b0	b1	b2	b3	b11	b12	b13	b22	b23	b33
3,693	0,869	-0,328	0,372	-0,056	-0,626	0,853	-0,964	0,292	-0,721

Таблица 4. – Критерии Стьюдента и значимость коэффициентов модели (1/0 - значимый/незначимый)

Наименование показателей	b0	b1	b2	b3	b11	b12	b13	b22	b23	b33
t-критерий Стьюдента	21,329	11,727	4,426	5,02	0,391	7,086	9,655	6,73	3,305	5,034
Значимость	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1

Окончательное уравнение выглядит следующим образом:

$$R_{сж50}=3,693 + 0,869 \cdot x_1 - 0,328 \cdot x_2 + 0,372 \cdot x_3 - 0,964 \cdot x_2^2 - 0,721 \cdot x_3^2 - 0,626 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,853 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,292 \cdot x_2 \cdot x_3$$

Для уравнения регрессии дисперсия адекватности математической модели – 0,06; число степеней свободы при значимых коэффициентах – 1. Адекватность полученной математической модели оценивалась по критерию Фишера. Табличное значение критерия Фишера составляет 4,35, расчетное значение критерия Фишера – 1,71, поскольку расчетное значение меньше табличного модель является адекватной и может применяться для решения производственных задач.

Для визуализации модели построена диаграмма линий равного уровня (изолиний), представляющая собой проекцию трехмерной поверхности на плоскость (x2; x3) при постоянном факторе x1=const=1 (рисунок). Преобразованное уравнение математической модели с учетом постоянного фактора X1=1 имеет вид:

$$R_{сж50}=4,506-0,328 \cdot x_2+0,372 \cdot x_3-0,964 \cdot x_2^2-0,721 \cdot x_3^2-0,626 \cdot x_2+0,853 \cdot x_3+0,292 \cdot x_2 \cdot x_3.$$

Экстремум функции отклика находится в пределах варьирования переменных факторов. Значение экстремума составляет R_{сж50}opt=5,16 МПа. Экстремуму функции отклика соответствуют значения факторов: x2=-0,378 (содержание битума 4,244 % по массе) и x3=0,773 (содержание резиновой крошки 2,66 % по массе) при x1=1 (содержание серы 6 % по массе). Таким образом, по результатам эксперимента получен следующий состав асфальтобетонной смеси: щебень гранитный фракции 5-10 – 56,4%; отсев дробления –26,3%; минеральный порошок – 4,5%; битум – 4,2%; сера техническая – 6%; резиновая крошка –2,6%.

Согласно СТБ 1115-2013 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Методы испытаний» экспериментально определены значения средней плотности, водонасыщения, набухания и предел прочности при сжатии расчетного состава асфальтобетонной смеси. Результаты представлены в таблице 5.

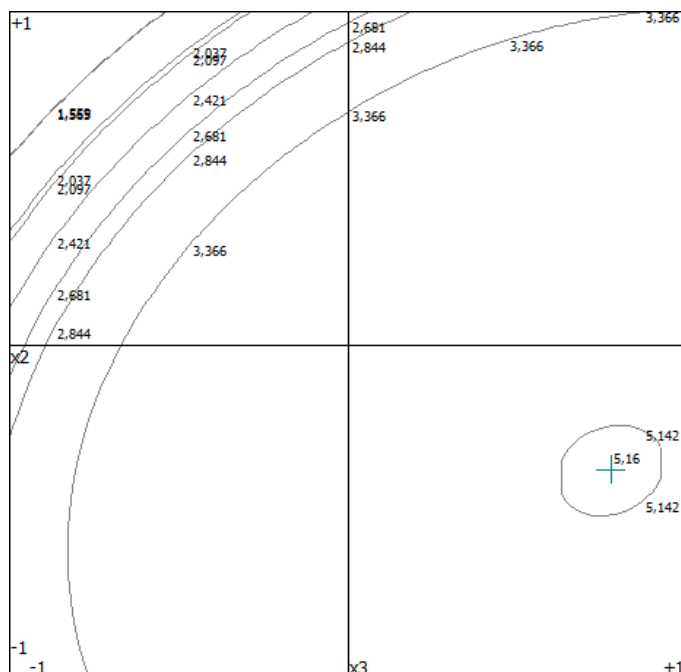


Рисунок 1. – Диаграмма изолиний математической модели прочности на сжатие асфальтобетона при $x_1=1$

Таблица 5. – Физико-механические характеристики асфальтобетонной смеси

Наименование показателей, единицы измерения	Значения показателя асфальтобетона для образцов			
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_{cp}
Средняя плотность, ρ_m^a , г/см ³	2,41	2,41	2,41	2,41
Водонасыщение, W, %	2,46	2,70	2,21	2,45
Набухание, H, %	0,26	0,35	0,16	0,26
Предел прочности при сжатии 50°C, $R_{сж50}$ МПа	5,86	5,34	5,46	5,55

Выводы. С применением метода математического планирования эксперимента разработан состав асфальтобетонной смеси с комплексным модификатором на основе серы и резиновой крошки, со следующим содержанием компонентов, в процентах по массе: щебень гранитный фракции 5-10 – 56,4%; отсев дробления – 26,3%; минеральный порошок – 4,5%; битум – 4,2%; сера – 6%; резиновая крошка – 2,6%. Экспериментально установлено, что асфальтобетонная смесь с комплексным модификатором имеет следующие физико-механические характеристики: средняя плотность – 2,41 г/см³, водонасыщение – 2,45%, набухание (приращение объема) асфальтобетона – 0,26%, предел прочности при сжатии при 50°C – 5,55 МПа.

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА

<i>Метла В.Ф., Халецкая Ю.А.</i> Планировочные решения зданий студенческих общежитий	3
<i>Метла В.Ф., Халецкая Ю.А.</i> Выявление особенностей решения фасадов и прилегающих территорий современных студенческих общежитий	6
<i>Бегунова Д.П.</i> Улучшение световой интерьерной среды в квартирах крупнопанельных зданий старых типовых серий	9
<i>Римович А.В., Бородейко И.В.</i> Основные направления реконструкции промышленных зданий в зависимости от их функционального назначения после реконструкции	12
<i>Бородейко И.В., Римович А.В.</i> История формирования промышленной архитектуры на территории Республики Беларусь	15
<i>Бородейко И.В., Римович А.В.</i> Виды отделки фасадов, применяемые при реконструкции промышленных зданий	19
<i>Бриль А.В.</i> Исследование развития и целесообразности использования фибробетонов	22
<i>Брытиков Н.В.</i> Дизайн-концепция дирижабля как мобильной туристической гостиницы	24
<i>Короткая А.В.</i> Основные достоинства и недостатки существующих методов взаимодействия с городским населением при преобразовании общественных и жилых пространств	27
<i>Короткая А.В.</i> Проблемы привлечения городского населения при преобразовании общественных и жилых пространств и пути их решения	29
<i>Труханович С.В., Левкович М.А.</i> Особенности предметного наполнения интерьера жилых помещений многофункционального назначения	31
<i>Лысиков К.Г., Хомкова Е.И.</i> Опыт проектирования экологических поселков на территории Республики Беларусь с применением природных материалов	35
<i>Лысиков К.Г., Хомкова Е.И.</i> Основные строительные материалы, применяемые в направлении экологичности	38
<i>Хрищанович А.О., Иксанова Я.А.</i> Конструкции вертикального озеленения	40
<i>Иксанова Я.А., Хрищанович А.О.</i> Актуальность озеленения жилых зданий города Новополоцка	43
<i>Тарасова М.А., Тарасова Т.А.</i> Стереотипы в архитектуре и их влияние на творчество студента-архитектора	46
<i>Тарасова М.А., Тарасова Т.А.</i> Предпочтения и стереотипы в представлениях студентов-архитекторов	49
<i>Шибeko К.В.</i> Исследование планировочных и композиционных решений жилого микрорайона Билево-1 в городе Витебске	52
<i>Шибeko К.В.</i> Исследование архитектуры зданий и благоустройства территории микрорайона Билево-1 в городе Витебске	56
<i>Кашиникова В.П., Станкевич А.С.</i> Анализ пешеходных транзитов и качества их обустройства на примере общегородского центра Новополоцка.....	59
<i>Кашиникова В.П., Станкевич А.С.</i> Анализ безбарьерной среды общегородского центра Новополоцка.....	62
<i>Урбан А.И.</i> Строительные технологии XIX–XX вв., на создание которых оказали влияние люди, профессионально не связанные со сферой архитектуры и строительства	65
<i>Урбан А.И.</i> Анализ сложившейся транспортной ситуации в городах Республики Беларусь и возможных альтернативных подходов решения выявленных проблем	69
<i>Жищенко М.С.</i> Фрески капеллы-молельни Евфросинии Полоцкой	73
<i>Жищенко М.С.</i> Фрески Спасо-Преображенского храма	76
<i>Класковская М.А., Гардей А.А.</i> Культовые сооружения Бешенковичей	80
<i>Гардей А.А., Класковская М.А.</i> Архитектурные особенности дворца усадьбы Хрептовичей в Бешенковичах	82

ГЕОДЕЗИЯ

<i>Киричѳв А.Ю.</i> Современные технологии наблюдения за деформациями природных объектов и инженерных сооружений	84
<i>Прокопович А.В.</i> Влияние солнечной активности на сейсмичность Земли	88
<i>Прокопович А.В.</i> Анализ существующих концепций изменения уровня Каспийского моря	90
<i>Гатченко П.Д.</i> Геодезическое обеспечение воднолыжных соревнований	92
<i>Гатченко П.Д.</i> Геодезия и спорт	94
<i>Климович Е.М.</i> Дешифрование радарных снимков для целей картографирования	97

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

<i>Короткий А.С., Фарран Д.Х.</i> Различные типы соединений продольной и поперечной арматур, их достоинства и недостатки	99
<i>Короткий А.С., Фарран Д.Х.</i> Экспериментальные исследования прочности, трещиностойкости и жесткости изгибаемых железобетонных конструкций с различными типами соединений продольной и поперечной арматур	103
<i>Короткий А.С., Ермаченко В.В.</i> Анализ методов расчета устойчивости грунтовых откосов	107
<i>Парусова М.М.</i> Топологическое описание расчетной схемы балочных ферм	110
<i>Парусова М.М.</i> Расчет балочных ферм в среде MathCad на основе общей системы уравнений строительной механики	113
<i>Сергеева Е.С.</i> Форма диаграмм деформирования при одноосном кратковременном сжатии	116
<i>Сергеева Е.С.</i> Влияние принимаемой диаграммы деформирования бетона на результаты расчета прочности изгибаемых ЖБ элементов при одноосном кратковременном сжатии	120
<i>Фарран Д.Х.</i> Сборно-монолитные перекрытия, их конструктивные особенности, достоинства и недостатки	125
<i>Фарран Д.Х.</i> Влияние различных типов поперечного армирования на прочность, жесткость и трещиностойкость изгибаемых железобетонных элементов	129
<i>Фарран Д.Х., Сергеева Е.С.</i> Свойства шарнирно-стержневой цепи	133
<i>Фарран Д.Х., Сергеева Е.С.</i> К вопросу о расчете балки совместно с шарнирно-стержневой цепью	135
<i>Свидуневич И.С., Падалицкая Е.И.</i> Уточнение расчета опоры консольной балки	138
<i>Свидуневич И.С., Падалицкая Е.И.</i> Определение границы упругих деформаций при сложном нагружении	140

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Сачивко А.С., Панин И.Р.</i> Акустические свойства строительных материалов	142
<i>Сачивко А.С., Панин И.Р.</i> Изучение микро- и макроструктур акустических материалов	145
<i>Коришупова М.С.</i> Исследование современного рынка недвижимости по конструктивному решению зданий	147
<i>Ластовская А.В.</i> Влияние полимерных добавок и режимов твердения на прочность цементного камня	149
<i>Коришупова М.С.</i> Исследование зданий старого жилого фонда г. Полоцка	151
<i>Ильмурадov И. Ч., Матниязов Ш.А.</i> Оценка эксплуатационных характеристик бетона в хлорсодержащих средах	153
<i>Камеко А.С.</i> Современные модификаторы асфальтобетонных смесей	157
<i>Злотина В.П., Милош Д.И., Катувльская А.С.</i> Влияние добавок на основе промышленных отходов на прочностные характеристики гипсовых вяжущих	161
<i>Злотина В.П., Милош Д.И., Катувльская А.С.</i> Регулирование сроков схватывания гипсовых вяжущих	163
<i>Бриль А.В.</i> Влияние дисперсного армирования отходами щелочестойкой стеклотетки на водопоглощение мелкозернистого бетона	165

<i>Деругин В.В., Разуева Е.А.</i> Активация торфодревесной золошлаковой смеси гидроксидом натрия.....	168
<i>Деругин В.В., Разуева Е.А.</i> Известь как ускоритель твердения геополимерного вяжущего на основе торфодревесной золы	171
<i>Задора П.А.</i> Влияние золошлаковых отходов ТЭС на плотность и прочность керамического черепка	173
<i>Задора П.А.</i> Водопоглощение и усадка керамического черепка с торфодревесной золой	175
<i>Левкович М.А., Труханович С.В.</i> Инновационные строительные материалы для декорирования поверхностей жилых комнат общежития	177
<i>Пятница В.А., Орловская А.А.</i> Экспериментальные исследования прочности, трещиностойкости и деформации монолитных железобетонных плит перекрытия с вкладышами-пустотообразователями из прессованной соломы	180
<i>Пятница В.А., Орловская А.А.</i> Использование монолитных железобетонных плит перекрытия с вкладышами-пустотообразователями из прессованной соломы	184
<i>Розыев М.А.</i> Опыт применения волокнистого растительного сырья в производстве теплоизоляционных материалов	187
<i>Розыев М.А.</i> К вопросу применения отходов хлопкового волокна для производства теплоизоляционных материалов	190
<i>Обухович В.С.</i> Применение костробетона в малоэтажном строительстве	193
<i>Обухович В.С.</i> Костробетон как «зеленая» альтернатива бетону	196

ТРУБОПРОВОДНЫХ ТРАНСПОРТ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

<i>Буйневич А.А.</i> Расчет влияния магнитного поля Земли на магистральный нефтепровод «Унеча-Полоцк»	200
<i>Буйневич А.А.</i> Вариативность магнитного поля Земли	202
<i>Ершов В.А., Михайленко Е.А.</i> Научно-методические подходы к разработке стандарта по технической эксплуатации подводных переходов	205
<i>Шмигиро В.С.</i> Анализ недостатков применения существующих способов и установок улавливания и рекуперации паров нефтепродуктов	207
<i>Шмигиро В.С.</i> Теоретические и практические аспекты использования газоуравнительных систем и установок рекуперации паров и углеводородов	210
<i>Старосотников В.В., Литвин А.Э.</i> Анализ использования искусственного интеллекта и машинного зрения в нефтегазовой отрасли.....	213
<i>Литвин А.Э., Старосотников В.В.</i> Применение искусственного интеллекта для защиты магистральных трубопроводов от преднамеренных угроз	215
<i>Болотов В.В.</i> Меры безопасности объектов окружающей среды магистральных трубопроводов, предусмотренные техническими нормативными правовыми актами	217
<i>Камеко А.С.</i> Состав асфальтобетонной смеси, модифицированной комплексной добавкой на основе серы и резиновой крошки	220