

СЕКЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ

Студентка 3 курса 28 группы ИСА Аристова Л.П.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. Т.Р. Забалуева

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В АРХИТЕКТУРЕ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Дома с использованием солнечных элементов в своей конструкции называют «солнечными домами». Это означает, что они специально спроектированы таким образом, чтобы получать максимальную пользу из солнечной энергии, которая накапливается в специальных устройствах и затем перерабатывается в электрическую или тепловую энергии. [2]. Существует два вида систем, которые используются в архитектуре для преобразования солнечной энергии:

1. Активная система. Предусматривает использование различных устройств для накопления солнечной энергии. Также подразделяется на два вида:

1.1. Выработка тепла. Для этих целей используются специальные активные системы обогрева или солнечные коллекторы. Солнечный коллектор не является частью дома и представляет из себя отдельный прибор, который используется для отопления дома и для подогрева горячей воды. Для всесезонного применения в России, как правило, используются вакуумированные или плоские коллекторы, которые имеют высокоселективное покрытие, способное очищаться от снега и инея, имеет высокую производительность в летнее время, а также возможность установки под любым углом. Большим минусом этих систем являются высокие теплопотери во время использования и очень низкая работоспособность в холодное время года. В нашей полосе солнечные коллекторы используются для отапливания и для выработки горячего водоснабжения в производственных и бытовых помещениях, а также часто применяются дачниками в загородных домах усадебного типа в летнее время года. Основные районы потребления этих систем в России - Краснодарский, Приморский и Хабаровский края, Бурятия. Выработка электричества. Для этой цели используются специальные устройства, называемые фотоэлектрическими модулями или просто солнечными панелями. Такие панели, по своей сути, являются набором соединенных друг с другом ячеек, которые с помощью специальных фотоэлементов, преобразуют солнечную энергию в электричество. Современные солнечные панели повсеместно применяются в архитектурных проектах для использования в ограждающих и экстерьерных конструкциях, а также для облицовки здания. Широко используются в субтропических и

тропических регионах с большим количеством солнечных дней. Недостатками этих систем является необходимость использования больших площадей для эффективного получения электричества, а также неспособность панелей работать ночью и со сниженной работоспособностью в облачные дни и вечерние сумерки. Самым главным ограничением использования данных систем в российской полосе, конечно же, являются погодные условия. Наш климат богат пасмурными днями и обильным количеством разнообразных осадков, что сильно снижает эффективность работы солнечных панелей, однако многие наши южные города, такие как Краснодар, Сочи и прочие, могут использовать данные системы практически круглый год. В настоящее время в России есть некоторые случаи использования солнечных панелей в строительстве частных жилых домов площадью не более 250-300 кв м.

2. Пассивные системы. Для них в качестве накопления используются лишь элементы самого здания (гелиотеплицы, солнечные комнаты). [3; 4]

На сегодняшний день солнце является единственным неиссякаемым источником энергии. К тому же, современный рынок может предложить множество различных решений солнечных модулей, которые органично впишутся в любой архитектурный проект и в качестве различных конструкций, и для облицовки здания. [5]

Однако для применения солнечных модулей в архитектуре малоэтажных жилых зданий существуют некоторые ограничения:

1. Дом должен быть правильно ориентирован по сторонам света, так как от правильной ориентации напрямую зависит работоспособность солнечных элементов.

2. Дома с использованием солнечных панелей, как правило, имеют достаточно компактную планировку.

Также всегда надо не забывать учитывать то, что наибольшей эффективности этих систем можно достичь лишь используя их в южных районах. [1]. Применение солнечных панелей для архитектуры малоэтажных жилых зданий в России является не очень выгодным решением, за исключением южных районов. Природно-климатические условия, которые присущи большинству регионов нашей страны, имеют небольшое количество солнечных дней, а также обильное содержание выпадающих осадков, что значительно снижает, если не исключает полностью, работоспособность данных систем. Из-за того, что у нас часто бывают пасмурные дни, солнечные панели не смогут получать достаточное количество энергии из солнца, поэтому их применение не выгодно в большинстве регионов России. Также из-за слишком низких температур в зимнее время года в некоторых регионах вообще нецелесообразно применять солнечные панели для отопления и горячего водо-

снабжения по той причине, что их мощности не будет хватать для качественного обеспечения теплом помещений здания.

Но несмотря на минусы их применения, можно сказать, что большими плюсами использования солнечных панелей является то, что солнце является экологически чистым источником энергии, который в процессе работы не производит никаких вредных для окружающей среды отходов. Также солнечные панели практически никогда не занимают никаких дополнительных площадей для их применения, при этом обеспечивая жилье необходимой автономной энергией.

В нашей полосе наиболее выгодным решением для применения солнечных панелей является их использование в архитектуре небольших частных малоэтажных жилых зданий. Особенно выгодно их использовать для обеспечения электроэнергией небольших поселений в труднодоступных и недоступных для проведения линий энергопередач районах, например в горах. Это решит ряд проблем, возникающих в процессе возведения обычных ЛЭП, таких как сильные перепады высот, крутизна склонов, большая плотность грунта и прочие и, к тому же, выйдет дешевле. Такие системы дадут людям возможность использования электричества, отопления и горячего водоснабжения без перебоев в подаче энергии и помогут значительно снизить тарифы на данные ресурсы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Косо Й.* Солнечный дом. Естественное освещение в планировке и строительстве / Йозеф Косо : пер.с венгер. – М., 2006. – 173 с.
2. *Сахаров А.Н.* Архитектурное проектирование малоэтажных жилых домов с солнечным энергосбережением / А.Н.Сахаров, И.И.Анисимова. – М., 1983. – 352 с.
3. *Табунщиков Ю.А.* Энергоэффективное здание: синтез архитектуры и технологий / Ю.А.Табунщиков // Архитектура и строительство Москвы. – 2003. - №2 – 3. – С. 14 -23
4. *Сардыкова А.О., асп.* Архитектурный облик «Солнечного дома» / Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури - №2 лютий 2014.
5. <http://green-city.su/%EF%BB%BFsolnechnye-moduli-kak-element-arxitekturnogo-dizajna/>

ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ МУЗЕЙ ТАДАО АНДО В НАОСИМЕ, ЯПОНИЯ

Со времени появления публичных музеев в конце 18-го века до сегодняшнего дня можно выделить три разных их «поколения». Музеи первого поколения, такие как Лувр, использовали приспособленные здания и были созданы монархами для собственных коллекций. В музеях второго поколения выставочное пространство стремится выделить произведения искусства из окружающего контекста, предлагая абстрактное, унифицированное пространство (например, Музей Гуггенхайма Ф.-Л. Райта в Нью-Йорке, Национальная галерея Мис ван дер Роэ в Берлине и др.). В музеях третьего поколения произведения взаимодействуют со своим окружением.

В этом ряду можно выделить Художественный музей Чичу в Наосиме (Япония), созданный японским архитектором Тадао Андо. [1,2]

Тадао Андо родился в 1941 году в Минато-ку, Осака, Япония. В юности он испробовал множество занятий от водителя грузовика до боксера. Он никогда не учился архитектуре в институте, а лишь занимался рисунком и ходил на заочные курсы дизайна интерьера.[4] В работе Тадао Андо стремится к тонкому представлению мира, подчеркивая ничтожность сущего через пустое пространство, выявляющее красоту простоты.

Он одевает в минималистичную оболочку сложную внутреннюю структуру своих зданий. В постройках идея простоты и фундаментальности возникает через использование голого бетона. Эта внешняя простота создает незабываемые ощущения.[3]



Рис.1. Музей Чичу. Общий вид.

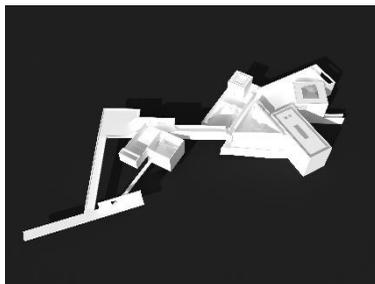


Рис. 2. Проект музея Чичу.

В 2004 году в Наосиме был открыт Chichu art museum, построенный по проекту Тадао Андо (рис.1,2). На японском языке слово «чичу» означает «подземное», и это значение было положено в основу созда-

ния темного, тусклого пространства с ограниченным доступом естественного света. Хотя часть главного пути и переднего вестибюля очень темная, (рис.3,4) основное выставочное пространство освещено верхним естественным светом через два световых колодца в покрытиях заглубленных в землю залов музея. (рис.5,6)



Рис. 3. Зал музея.



Рис. 4. Входная галерея

Это, скорее, «закрытый подземный музей» (рис.3). Музей окружен покрытой лесом территорией национального заповедника, на площадке, где прежде было соляное поле. Чтобы сохранить существующую атмосферу и красоту площадки, Андо «закопал» музей в землю. Среди зелени «плывет» только серия небольших бетонных отверстий и световых люков простой геометрической формы.

Входная рампа, ведущая к вестибюлю, имеет две боковые стены, которые наклоняются под углом в шесть градусов к востоку (рис.4). Это слегка перекошенное пространство создает определенное настроение, усиливая напряжение и ожидание того, что должно произойти.

В музее представлены работы, связанные с местом экспонирования и называемые «Site-specific works». (Термин Site-specific означает искусство для специфического места, произведение, созданное для того, чтобы существовать в определенном месте).



Рис. 5. Зал картин Моне.



Рис. 6. Зал Вальтера де Мариа

В пяти галереях разных размеров представлены работы трех художников - Клода Моне, Вальтера де Марии и Джеймса Туррелла.

На выставочной площадке Моне посетители могут посмотреть пять его картин, которые полностью освещены естественным светом, текущим с четырех краев потолка. Выставочное пространство, как видно из

вестибюля, выглядит как обрамленная картина. Мраморные камни размером 20х20х20 мм на полу создают ощущение поверхности картины с рельефными мазками (рис.5).

Вальтер де Мария в своей галерее поставил сферу диаметром 2,2 метра и 27 золотых деревянных скульптур. Поскольку пространство ориентировано с востока на запад, внешний вид работ постоянно меняется от восхода до заката (рис.6)

Произведения Джеймса Туррелла расположены в пространствах со специфическим освещением, которое стирает различие между архитектурой и произведениями искусства. Трудно определить, где архитектура заканчивается, чтобы стать произведениями искусства и наоборот.

Треугольный зал соединяет выставочное пространство трех художников. С двух сторон установлены циркуляционные пандусы. Сквозь щель 35 см вы увидите сундук, выложенный ломаным известняком.

Внутри музея посетитель постоянно перемещается между светом и тьмой, между массой и пустотой. Включая любимую материальную палитру Андо из бетона, стали, стекла и дерева, художественный музей Чичу имеет чрезвычайно минималистичную композиционную палитру [5]. Ограничивая архитектуру подземной структурой и отказываясь от объема, выходящего из-под земли, музей успешно уравнивает конфликт рукотворности архитектурных форм и первозданности природы. Таким образом, в музее Чичу совмещение художественных подходов Уолтера Де Марии и Джеймса Туррелла и архитектурного подхода Тадао Андо создают целостное пространство искусства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сайт : Тадао Андо URL : http://en.wikipedia.org/wiki/Tadao_Ando
2. Сайт : Музей искусств Чичу URL : <https://archi.ru/projects/world/5941/muzei-iskusstv-tityu>
3. Сайт : Тадао Андо : от самоучки до суперзвезды URL : <https://www.youmanist.it/currents/shapes-life/tadao-ando-archistar>
4. Сайт : Тадао Андо URL : http://architime.ru/architects/a_tadao_ando.htm
5. Сайт : Музей искусств Чичу URL : http://architime.ru/specarch/tadao_ando/chichu_art_museum.htm#1.jpg

НОВАЯ ФУНКЦИЯ КИНОТЕАТРОВ XX ВЕКА В МАЛЫХ ГОРОДАХ РОССИИ

С течением времени меняются потребности общества, появляются новые технологии, что приводит к устареванию проектных решений, актуальных для прошлого. Это коснулось и кинотеатров, построенных в советское время по типовым проектам. В связи с изменениями в обслуживании кинотеатров и усовершенствованием оборудования технологические решения в них устарели. В 90-х годах XX в. вся система кинопоказа была полностью разрушена. И сегодня эти бывшие сосредоточения культурной жизни микрорайонов в лучшем случае периодически используются под выездные мероприятия, в худшем – стоят пустующие и разрушаются. За последние годы появились новые виды проведения культурного досуга, интересные для современного человека, и новые форматы кинопоказа: антикафе, квест-комнаты, проведение акций «киноночь» в кинотеатрах с небольшими залами и др. И это диктует необходимость реконструкции устаревших объектов.

Проблема дальнейшей судьбы типовых кинотеатров уже давно поднята в крупных городах. Так, например, в Москве реализуется *Программа по реконструкции 39 кинотеатров*, построенных в 1930-80 гг. в спальнях районах столицы [2]. В соответствии с этой программой только кинотеатр «Родина», построенный в 1938 г. в стиле постконструктивизма и являющийся объектом культурного наследия регионального значения, сохранит свой первоначальный облик. На крыше кинотеатра планируется восстановление знаменитой веранды с ресторанами с возможностью показа киносеансов под открытым небом. В остальных кинотеатрах будет проведена серьезная реконструкция с изменением фасадов и надстройкой этажей, так как исходное объемно-планировочное решение зданий не удовлетворяет современным требованиям. В результате заброшенные объекты станут новыми культурными центрами (максимально безбарьерными) с расширенным функционалом. К кинопоказу добавятся развлекательно-образовательные клубы для детей, досуговые секции, площадки для проведения мастер-классов, а также кафе, рестораны, продуктовые супермаркеты и магазины.

В малых городах России дело с кинотеатрами обстоит еще хуже. Достаточно большая их часть заброшена, некоторые были снесены ввиду аварийного состояния. И только единицы сохраняют культурно-просветительную функцию, став Домами культуры или Центрами досуга (в г. Полысаево Кемеровской области, в г. Аткарске Саратовская обл. и др.). Кинотеатр «Шахтер», расположенный в г. Сланцы (Ленинградская обл.), функционирует как ЗАГС, а кинотеатр в г. Сафоново (Смоленская обл.) в 2000 году был передан во владение Смоленской епархии и реконструирован под Церковь Рождества Христова (рис. 1).



Рис. 1. Сафоново. Церковь Рождества Христова

Если в крупных городах культурные центры, создаваемые на базе бывших кинотеатров, кроме основной функции могут иметь развитую торговую зону, то для малых городов очень важно сделать акцент на культурно-досуговую и образовательную составляющие. В этой целью распоряжением Правительства РФ в 2014г. введена *Программа развития культурных центров в малых городах*, реализация которой будет осуществляться до 2020 года [1]. Это позволит снизить отток населения в крупные города. В программу входит и реконструкция существующих кинотеатров с их перепрофилированием в *Центры культурного развития* с учетом потребностей конкретного района.

Если в крупных городах культурные центры, создаваемые на базе бывших кинотеатров, кроме основной функции могут иметь развитую торговую зону, то для малых городов очень важно сделать акцент на культурно-досуговую и образовательную составляющие. В этой целью распоряжением Правительства РФ в 2014г. введена *Программа развития культурных центров в малых городах*, реализация которой будет осуществляться до 2020 года [1]. Это позволит снизить отток населения в крупные города. В программу входит и реконструкция существующих кинотеатров с их перепрофилированием в *Центры культурного развития* с учетом потребностей конкретного района.

Центры должны объединить *культурно-досуговую, образовательную и функцию общественного пространства* (дискуссионные клубы, самоорганизация жителей), необходимую для развития современных ценностей населения (открытость, мобильность, многообразие форм и жанров общения). Большое внимание в программе уделено разработке краеведческих, мероприятий, позволяющих знакомиться с историей района и расширять туристических потенциал региона.

В малых городах зачастую просто не представляется возможным организация гастролей с концертами или спектаклями. Это станет возможным с созданием медиа-контента, позволяющего дистанционно транслировать различные мероприятия, происходящие на территории России. Помимо этого появятся виртуальные музеи, благодаря чему жители малых городов смогут познакомиться с произведениями искусства из музеев страны и мира.

Но для реализации всего этого на базе старых кинотеатров должна быть внесена корректировка в их архитектурное и объемно-планировочное решение. Причем, если в программе Москвы фасады типовых кинотеатров подвергаются кардинальной трансформации, то для малых городов это, с одной стороны, затратно, а с другой – архитектура этих объектов является частью истории города. Так, например, кинотеатры, построенные в послевоенные годы в стиле сталинского классицизма по типовому проекту архитектора З.О.Брод, хотя и не входят в реестр охраняемых объектов, но представляют собой местную достопримечательность и должны быть сохранены.

Таким образом, при реконструкции и перепрофилировании в малых городах кинотеатров следует учитывать следующее:

- в случае сохранения функции с целью увеличения заполняемости имеет смысл разделить одного большого зала на несколько, что позволит одновременно показывать фильмы, рассчитанные на разную целевую аудиторию;
- при необходимости расширения функции должно быть скорректировано объемно-планировочное решение, учитывающее изменения требований к пожарной безопасности, комфортности пребывания в здании, технологические возможности современного кинопоказа;
- возможно также перепрофилирование кинотеатра под другую функцию с полной утратой предыдущей. Здесь могут располагаться как культурные, так и административные, офисные или торговые предприятия в зависимости от потребностей жителей конкретного города или сельского поселения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об утверждении Программы создания центров культурного развития в малых городах и сельской местности РФ: Распоряжение Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. N 2716-р

2. Реконструкция советских кинотеатров
[<https://stroim.mos.ru/riekonstruksiiia-sovietskikh-kinotieatrov>]

РОЛЬ ИНЖЕНЕРА-РЕСТАВРАТОРА В РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА ПРЕДМЕТА ОХРАНЫ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Предмет охраны является основной характеристикой объекта культурного наследия (ОКН) и представляет собой совокупность особенностей объекта, послуживших основанием для включения его в единый государственный реестр ОКН или присвоения ему статуса вновь выявленного объекта культурного наследия [1]. Предмет охраны фиксируется в специальном документе (проекте предмета охраны), разрабатываемом специалистами-реставраторами и утверждаемым органом охраны объектов культурного наследия. Именно на основании предмета охраны принимаются проектные решения по реставрации, предмет охраны включается в состав охранных обязательств, заключаемых с пользователями и собственниками ОКН. Изменение или утрата элементов, включенных в предмет охраны, наносит непоправимый вред памятнику, что в свою очередь влечет привлечение виновных лиц к административной, а иногда и уголовной ответственности.

Разработка проекта предмета охраны включает в себя историко-культурные исследования (историко-культурные, градостроительные, архивные, натурные и др.) с последующей экспертизой и согласованием в государственных органах по охране ОКН.

Отметим некоторые существенные принципы, которыми следует руководствоваться при разработке проекта предмета охраны:

- в ходе обследования памятника выявляется подлинность конструкций, материалов, элементов внешнего и внутреннего облика памятников для последующего включения их в предмет охраны;

- техническое состояние элементов ОКН не влияет на принятие решения о включении или не включении их в состав предмета охраны;

- необходимость решения задач по приспособлению ОКН, технологии выполнения ремонтно-реставрационных работ, дальнейшей эксплуатации ОКН не должно влиять на принятие решений по определению предмета охраны;

- от подробности описания предмета охраны во многом зависит возможность его использования для практических целей сохранения ОКН, купированию попыток недобросовестных пользователей, собственников, подрядчиков осуществлять действия, наносящие ущерб предмету охраны;

- профессионализм и принципиальность разработчика проекта предмета охраны играет решающую роль в вопросе сохранения ОКН.

Знакомство с составом авторских коллективов реставрационных организаций, которые привлекались к разработке проектов предмета охраны, показало, что в них входят, прежде всего, архитекторы и искусствоведы, в то время как инженеры-реставраторы к такой работе привлекаются крайне редко. При этом очевидно, что только инженеры могут увидеть элементы здания, представляющие ценность с инженерной точки зрения, конструктивные решения, характерные или уникальные для того времени, когда было построено здание и пр.

Можно привести немало примеров, когда именно благодаря конструктивным особенностям ОКН, существенно повышалось его историко-культурное значение и необходимость сохранения конструктивных элементов здания становилось веским аргументом для включения такого объекта в реестр ОКН. Так, например, *Раменская мануфактура* – образец промышленной архитектуры Подмосковья. *Бумагопрядильный корпус* (1860-1873 г.г.), *Прядильный корпус* (1910г.), *Старый корпус с конторой и переходом* (1830-е, 1873,1910-е годы) интересны во многом тем, что являются одними из первых объектов в России, в которых широкое применение нашли железобетонные конструкции. При этом если в *Бумагопрядильном корпусе* из железобетона 1-го поколения выполнены, главным образом, перекрытия по железобетонным и металлическим балкам и решеткам, то возведенный в начале XX в. *Прядильный корпус* уже имеет конструктивную схему в виде монолитного железобетонного каркаса, что характерно для промышленного здания с преобладанием зальных пространств. Особо следует отметить *Старый корпус с конторой и переходом* (1830-е, 1873,1910-е г), в котором железобетонные конструкции перекрытий заменили собой деревянные по металлическим балкам во время модернизации 1910 г., что является одним из первых примеров такой реконструкции [2]. *Микрюковский водопровод* в г. Севастополе, снабжавший пресной водой жителей города еще в XIX в., считается интересным сохранившимся инженерным сооружением. В ходе создания подземной части инженеры столкнулись с проблемой основания: обнаружилось, что грунт – обводненный глинистый песок, вследствие чего дно водохранилища было принято выполнить в виде обратного свода для равномерной передачи давления на основание [3]. Любому архитектору понятна ценность древних распорных систем, встречающихся в культовых постройках и гражданской архитектуре допетровских времён, но зачастую только инженер может оценить ценность сводиков Монье, различных типов лестниц, конструктивных решений крыш, отличить элементы усиления конструкций, выполненные в ходе ранних ремонтов, от современных и пр. Таким образом, для того, чтобы полностью раскрыть памятник, показать его ценность как носителя информации об уровне развития производ-

ства (в частности строительства своей эпохи), а также показать, как ранее решались проблемы в процессе проектирования и строительства, необходима совместная работа архитектора и инженера при составлении проекта предмета охраны.

Работа инженера в ходе проведения исследований в целях разработки проекта предмета охраны может заключаться в следующем:

1. визуальное обследование ОКН с составлением предварительного заключения (фиксируется конструктивная схема, особенности конструктивных решений, оценивается подлинность конструкций и пр.);

2. взаимодействие с искусствоведом и архитектором по вопросам строительной истории ОКН, оценки наличия аналогов и т.п.;

3. осуществление инженерных зондажей и шурфов для осмотра скрытых конструкций;

4. камеральная обработка результатов исследований. Оценка уникальности или наоборот характерности (что представляет ценность) того или иного элемента, его подлинности;

5. внесение предложений по проекту предмета охраны.

Повышение роли инженера-реставратора в разработке проекта предмета охраны возможно благодаря законодательному закреплению его роли в соответствующих нормативных документах, повышению личной ответственности специалистов и их квалификации, в т.ч. в ходе обучения в ВУЗе по реставрационным направлениям и специальностям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации: Федеральный закон РФ от 25.06.2002 N 73-ФЗ.

2. Комплексные научные исследования по объекту культурного наследия «Раменская мануфактура – Бумагопрядильная и ткацкая фабрики Малютиных» расположенного по адресу: Московская область, Раменский район, п. Раменское, Фабричный проезд // Арх. ООО «АК-Проект»

3. Комплексные научные исследования по объекту культурного наследия «Башня Микрюковского водопровода», расположенного по адресу: г. Севастополь, Килен-балка // Арх. ООО «АК-Проект»

МУЗЕЕФИКАЦИЯ БРЕСТСКОЙ КРЕПОСТИ

Брестская крепость находится в Белоруссии на пересечении рек Муховец и Буг и представляет из себя окруженную рвом цитадель, прикрытую с трех сторон укреплениями с бастионами и рavelинами. За свою долгую историю она была свидетелем множества исторических событий. В их честь был организован мемориально-музейный комплекс, получивший статус «Объект Государственного списка историко-культурных ценностей Республики Беларусь».



Рис. 1. Схема исторического центра Бреста.

Первое летописное упоминание о городе Брест и деревянных укреплениях на реке Муховец датируются концом X - началом XI века. Это место находилось на пересечении дорог и являлось важной стратегической точкой в многочисленных войнах между Киевскими, Польскими и Литовскими князьями, город постоянно переходил из рук в руки, и только в 1795 году Брест-Литовск был включен в состав Российской империи. Было принято решение перенести сам город на 5 км восточнее, а на его месте воздвигнуть современную крепость.

Проект строительства Брестской крепости был разработан русскими военными инженерами Опперманом, Фельдманом и Мелецким в 1830 году. На месте старого замка возвели Волынские укрепления, а на месте городских усадеб - Кобринские укрепления. В старом Бресте находилось множество церквей и монастырей, многие были снесены, некоторые были перепрофилированы под нужды новой крепости. Например, канцелярия коменданта крепости ранее была коллегиумом иезуитов, брестский кадетский корпус был перестроен из монастыря бернардинцев.

В 1856-1879 годах в центре цитадели архитектором Г.Гриммом была построена гарнизонная Николаевская церковь. В 1864 году фортификатором генерал-адъютантом Э.И.Тотлебенем был разработан план по переводу крепости в фортовый тип, и в 1869 году был построен первый форт «Граф Берг» в километре к северо-западу от крепости. В 1878 году был утвержден план по строительству семи, а позже девяти фортов на расстоянии 3-4 км друг от друга, они получили номерные названия от «1» до «9». Таким образом, протяженность защитной линии составила 30 км. В начале XX века был достроен еще десятый форт, уже из нового материала - бетона, позже он вошел во вторую линию обороны под литерой «Д».

В 1909 году под руководством военного министра В.А.Сухомлина было принято решение по возведению второй линии обороны. Планировалось построить 16 новых фортов, а также модернизировать и укрепить бетоном старые постройки. К началу первой мировой войны успели построить только форты «А» и «Ж».

После начала Первой мировой войны к строительству было привлечено местное население и к октябрю 1913 года достроили остальные 14 литерных фортов. Линия обороны увеличилась до 45 км. Но в 1915 году при отступлении сами форты, опорные пункты, оборонительные казармы крепости и мосты были взорваны или частично разрушены. Немцы заняли крепость и город, а 3 марта 1918 года в здании Белого дворца был подписан «Брестский мирный договор», аннулированный 18 ноября того же года. Во время Великой Отечественной войны 22 июня 1941 года Брестская крепость стала объектом нападения со стороны Третьего Рейха. Крепость вела оборону по 20 июля, в результате боев постройки были сильно повреждены. 18 июля 1944 года советские войска вновь заняли крепость. В 1956 году состоялось открытие Музея героической обороны Брестской крепости, а с 1971 года крепость является мемориальным комплексом. В 1961 году архитектором Хамцовым и инженером Маколовым был разработан проект консервации руин Брестской крепости. Начались консервационные работы с расчистки мусора и удаления растительности с руин крепости. Были проведены работы по

укреплению кладки. Для отвода воды в Белом дворце были вырыты дренажные колодцы. Стены покрывались цементной стяжкой с гидрофобизирующим раствором. Кирпичные своды предварительно подпирались деревянными кружалами. Затем укреплялись методом «подвешивания» их на ж/б балки с помощью шпилек, проходящих сквозь сам свод. С внутренней стороны свод усиливался армированной бетонной оболочкой. В 1994 году здание «Красноармейского клуба» было передано церкви, и был «реконструирован» «Свято-Николаевский храм».

За последние 17 лет в крепости прошел ряд крайне сомнительных по качеству работ по ремонту и реставрации. Например, при реставрации Холмских ворот были сделаны частичные раскрытия кладки от штукатурного слоя, но резкие границы и яркий контраст цвета между белой штукатуркой и темным глиняным кирпичом просто покрыли фасад непонятными пятнами. Также для проветривания помещений Арсенала были организованы вентиляционные каналы с выходами в виде громоздких кирпичных ступенчатых надстроек. Руины иезуитского колледжума, рядом с которым находится скульптура «Мужество» от полного разрушения попытались спасти, укрепив поврежденную историческую кладку современным кирпичом. Конечно при реставрации современные элементы, внесенные в исторический объект, должны отличаться оттенком или фактурой, но в данном случае новый кирпич выглядит крайне неудачно. В будущем планируется провести ряд работ за счет Союзного Государства России и Белоруссии по реставрации и ремонту руин Брестской крепости в 2018-2020 годах. Точный состав работ пока не известен, но хотелось бы надеяться, что они будут направлены на расширение мемориально-музейного комплекса и на исправление совершенных ранее ошибок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Госстрой РСФСР Центрально Научно-Реставрационные Мастерские г.Брест Брестская крепость. Рабочий проект консервации руинированных сооружений цитадели крепости, 1961 г.
2. *Суворов А.М* «Брестская крепость на ветрах истории». Брест, 2004.
3. *Суворов А.М., Митюков А.В.* «Форт V и другие форты Брестской крепости». Брест, 2009.

Студентка 3 курса 70 группы ИСА Дятликова Н.В.

Студент 3 курса 70 группы ИСА Забелич А.Е.

Студентка 3 курса 70 группы ИСА Хохлова А.Э.

Научный руководитель – доц., канд. арх., советник РААСН Бодэ А.Б.

ТРАДИЦИОННЫЙ ДЕРЕВЯННЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ В СКИТУ ИОСИФО-ВОЛОКОЛАМСКОГО МОНАСТЫРЯ. ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ.

Исследуемый объект находится в скиту Всех святых Иосифо-Волоколамского монастыря. Он представляет собой традиционный крестьянский дом.

Исследуемый дом одноэтажный, типа «брус» с основным четырехстенным срубом и сенями-прирубом из половин бревен под единой полувальмовой крышей. Традиционным является расположение жилой и хозяйственной части: они стоят друг за другом по продольной оси. Сени разделены перегородкой на прихожую и подсобное помещение с лестницей на чердак. Вход в дом ведет через сени с южной стороны. На фасаде нет следов от утраченного крыльца, оно могло быть в виде площадки без навеса.

Около северной стены сохранилось кирпичное основание печи. В первоначальных конструкциях кровли присутствует отверстие для трубы. Предположительно место расположения основания печи не оригинальное, так как не соответствует традиционному планировочному решению русского жилища. Возможно, изначально печь находилась справа от входа, устье находилось около входной двери. Это предположение может объяснить разные интервалы между окнами восточного фасада. Ранее там могла располагаться перегородка, не сохранившаяся на данный момент.

На вальмовой части крыши находится светелка, которая обращена в восточную сторону. Светелки, также как и балконы, начали появляться в деревянных жилых строениях под влиянием городской архитектуры. В жилой части дома – избе имеется шесть окон одинакового размера: три на восточном фасаде, два на северном и одно на южном. Еще одно окно меньшего размера расположено в сенях.

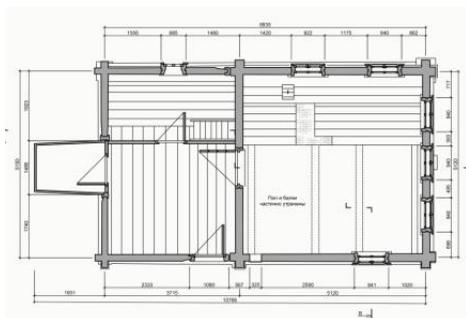


Рис.1. План. Обмерный чертеж.

Автор Дятликова Н.В.

Три окна по главному фасаду - позднее явление, пришедшее под влиянием городской культуры. Изначально на главных фасадах располагалось три волоковых окна. Центральное размещалось выше боковых и вытягивало дым во время топки «по-черному». Позднее среднее волоковое окно стали заменять красным, большим по размеру. Световой проем укреплялся косяками, поэтому окно также называлось косячатым. В последствие косяки стали заменять оконными коробками. Для большинства населения переход к трем регулярным окнам на главном фасаде произошел в середине—конце XIX века.



Рис.2. Восточный фасад.
Реконструкция первоначального облика.

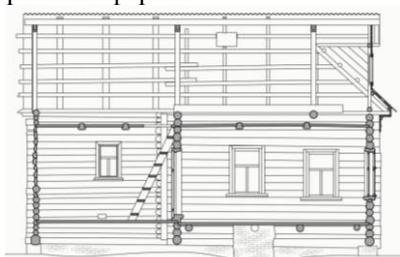
Дом, как и любое деревянное здание, эксплуатировался, перестраивался и постепенно подновлялся. Здание могло быть перевезено из другого места. Об этом свидетельствуют метки на срубе, указывающие номер венца. Маркировка краской на бревнах северного фасада говорит о переборке здания, которая могла производиться во время ремонта. Были заменены верхние и нижние венцы, рамы в окнах.

Кирпичный цоколь на 20-30 сантиметров выступает над уровнем земли и покрыт обмазкой. Появление фундамента — влияние города и характерно для тех местностей, где это влияние особенно сильно.

Толщина стен: в жилом объеме в одно бревно (от 16 до 30 сантиметров), в хозяйственной части в полубревно (от 10 до 15 сантиметров). На бревнах сруба в комлевой части паз традиционно выбран с двух сторон. Сени представляют собой отдельный сруб, соединенный с основным объемом с помощью стоек. Бревна соединены со стойками с помощью шипа и паза с дополнительным скреплением металлическими скобами. Изначально стены в интерьере были тесаные с круглым углом. Позднее исторические закругления срублены, стены были обклеены обоями. Пол составлен из массивных досок, которые настелены по поперечным лагам — круглым бревнам, врубленным в основной сруб. Потолок держится на балках т-образного сечения и состоит из толстых досок.

Верхний венец сруба сделан из жердей, на которые опираются три пары стропил, поддерживающих конек. На стропилах в свою очередь лежат тонкие жерди. Поверх них — пиленные тонкие доски с остатками первоначального кровельного покрытия: драмки. Покрытие кровли из

дранки в виде небольших кусочков, как бы чешуи очень древне и идет от византийского покрытия черепицей. На данный момент крыша покрыта шифером.



а



б

- а) Продольный разрез. Автор Хохлова А.Э.,
б) Поперечный разрез. Автор Забелич А.Е.

Во второй половине XVIII века строительные конструкции переходят к новым типам. Бревенчатый фронтон с самцами заменило дощатое заполнение, которое требовало меньше затрат ресурсов. Интересно, что путешественник Олеарий на рисунках XVII века изображает фронтон зашитым тесом, опускающимся вертикальными рядами. При этом нет никаких указаний на подобную конструкцию кровли. Возможно, что рисунки Олеария подправлены за границей с добавлениями исправлений на основе западной строительной практики.

Деревянная архитектура становится объектом взаимодействия двух традиций - стилевой архитектуры Нового времени и русского народного деревянного зодчества, подобие ордерных элементов сочетается с пропиленной резьбой, украшающей наличники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кириченко Е.И.* Русское градостроительное искусство. Градостроительство России середины XIX — начала XX века. Книга вторая М.:Прогресс-Традиция, 2003. 560 с.
2. *Некрасов А.И.* Русское народное искусство. М.:Государственное издательство, 1924. 163 с.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДИЗАЙН ИГРОВЫХ ПЛОЩАДОК. АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРОЕКТНОЙ ПРАКТИКИ

Открытые площадки, предназначенные для игр детей различного возраста являются неотъемлемой составной частью всех структурных образований городской среды: жилого комплекса, микрорайона, района, парка, всего города и даже зоны пригорода. В зависимости от расположения в городской структуре, каждая игровая площадка выполняет определённые функции.

Небольшая площадка во дворе жилого дома – это место, где дети находятся на свежем воздухе в течение непродолжительного времени, под наблюдением взрослых «из окна». В основном эти площадки предназначены для тихих и активных игр детей дошкольного возраста, здесь они удовлетворяют свои потребности в движении, общении, взаимодействии с живой природой.

Площадка районного значения – более ответственное сооружение. Здесь собирается большое количество детей от трех до четырнадцати лет. Такая площадка должна заключать в себе не только «двигательную», функцию, но и нести смысловую, информационную нагрузку. Такие площадки целесообразно проектировать тематическими, посвящёнными одному замыслу, некой «большой» игры, чтобы площадки микрорайонов составляли комплекс интересных и неповторимых сюжетных сценариев.

Принципы универсального дизайна, применительно к проектированию игровых площадок содержатся в следующих утверждениях:

- детям дошкольного возраста и подросткам должна быть предоставлена возможность играть и взаимодействовать одновременно и друг с другом, при этом каждому должны быть предоставлены равные шансы на участие в игре, независимо от способностей каждого.
- необходимо обеспечить безбарьерный доступ к игровым площадкам, как для детей и подростков, так и для заинтересованных сопровождающих их лиц (родителей, бабушек и т. д.)



Рис. 1 Общий вид типового игрового городка дворовой игровой площадки в г. Москве

Доступная среда - одна из приоритетных проблем Российской Федерации. Особо остро эта проблема стоит в отношении детей. На обычной игровой площадке ребёнку с двигательными нарушениями небезопасно: горки, лесенки, качели - все эти простые детские радости оказываются недоступны малышам в колясках, с поражением рук и ног.

Практика проектирования универсальных игровых пространств опирается на следующие основные принципы :

- оснащение элементами, стимулирующими интеграцию
- отказ от использования специальных решений для отдельных групп детей
- использование игровых сооружений, полезных для детей с различными ограничениями и интересных для всех детей
- учет доступности сооружений для взрослых сопровождающих лиц, также с учетом ограничений мобильности

Сегодня во многих крупных городах России есть площадки для детей с ограниченными возможностями здоровья.

Хорошим примером такой площадки может послужить безбарьерная детская площадка в Адлере, построенная на кануне Зимних Паралимпийских игр в 2014 году.

Обратите внимание на мягкую зеленую основу под детской площадкой. В центре города обычно используют гравий, что вообще противопоказано. Кое-где еще нет газона, лишь цветные опилки. Площадка способствует спортивному развитию детей. Подобные объекты позволяют почувствовать детям с разными физическими способностями возможность быть вместе. Вместе играть и общаться. Существенное количество игровых элементов площадки спроектировано с учетом особенностей детей с ограниченными возможностями здоровья. Так, например, площадка оснащена пандусами для подъема инвалидных колясок, установлены многоместные качели, тактильная стена, специальные игровые экскаваторы и сдвоенная горка. Общая площадь игровой площадки составляет более 800 кв. м.



Рис.2 Тактильная стенка - пример оснащения детской игровой площадки универсальным игровым оборудованием

Другой удачной реализацией стала городская игровая площадка в саду Эрмитаж в г. Москве. Здесь, помимо применения современных травмобезопасных материалов и универсального игрового оборудования, архитекторы включили элементы рекреации: голубятню и домик с белками. Такие компоненты живой природы благоприятно сказываются на психо-эмоциональном состоянии не только детей, но и сопровождающих.

Современные детские уличные площадки должны отвечать всем действующим в РФ нормативам проектирования, в том числе нормативам по обеспечению безбарьерности: материалы отделки должны быть устойчивы к перепаду температур, воздействию влаги, или солнечной радиации, обеспечивать высокую износоустойчивость и быть безопасными в травматическом и экологическом плане. Детские уличные площадки предназначены для умственного и физического развития, а также, в целях мотивации к активности и улучшения координации движений ребенка. Игровая площадка – это целый микрокосмос, где дети приобретают первый жизненный опыт и навыки. Здесь познают мир (узнают о растениях, насекомых, птицах, качествах природных материалов), дружат, ссорятся и мирятся. Дети и подростки значительную часть времени проводят в пространственной среде детской площадки. Поэтому очень важно, как будет спроектирована эта площадка, так как это влияет не только физическое развитие ребенка, но и на развитие его творческого потенциала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Андорс, А., Дэн, В.* Архитектура для детей-идеальная лаборатория поиска новых решений: интервью В.Белоголовского // *Speech*. —2015. —№14.—С.233-241
2. *Желнакова, Л.В., Родионовская И.С* Эко-доминантная составляющая проектирования дошкольных учреждений инклюзивной направленности в условиях урбосреды / *Известия КГАСУ*. – 2015. – № 4. – С. 105-109
3. *Роров А.В.* Ecological Optimization of the Architectural Environment of Higher Education Institutions in Moscow - The Use of Phyto-Metal Structures // *Advanced Materials Research*. 2014. Vols. 869 - 870 Pp. 162-166.
4. *Шимко В. Т.* Архитектурно-дизайнерское проектирование: Основы теории / В. Шимко . — Архитектура С, 2004. — 296 с
5. *Accessible play areas: a Summary of Accessibility Guidelines for Play Areas*. — Washington: ADAAG-publisher, 2013. — 20-37 p.
6. *Broto, C.* Design for fun: playgrounds / Carles Broto. – Barcelona: LINKS International, 2013. – 271-298p.

ИТОГИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗАРЯДЬЯ

В сентябре 2017 в центре Москвы открылся парк «Зарядье», построенный на месте одного из старейших районов Москвы с очень сложной историей. Район Зарядье, как следует из названия, располагался за торговыми рядами Красной площади. Первоначально квартал Зарядье был центром торговли и местом поселения торгового люда, чему способствовали близкое расположение к Кремлю и непосредственный выход к Москве-реке.

К XVII веку сформировалась планировка района со своими архитектурными доминантами. На сегодняшний день из них сохранились только церковь Великомученицы Варвары, Английское подворье, построенное в 1555 году, после того как англичане получили право беспошлинной торговли на Руси; памятник каменного зодчества XVI-XVII вв. – Палаты бояр Романовых; а также храм Зачатия Анны, построенный в XVI веке. К сожалению, не сохранились главный храм Зарядья – Николы Мокрого, Мытный двор, а также практически вся Китайгородская стена. В пожаре 1812 года была уничтожена вся деревянная застройка Зарядья и квартал стал застраиваться новыми каменными домами. Застройка в основном состояла из малоэтажных домов галерейного типа; на нижних этажах располагались лавки, либо склады, а верхние были жилыми и сдавались в аренду. К концу XIX - началу XX века Зарядье начало приходить в упадок, постепенно превратившись в подобие трущоб.

В советские годы на месте района Зарядье был заложен фундамент для восьмой сталинской высотки Наркомтяжпрома. Проект не был осуществлен до конца, но при возведении подвальной и стилобатной части был снесен практически весь район, в том числе и большая часть Китайгородской стены. Из архитектурных памятников старого Зарядья уцелели лишь церковь Варвары, палаты бояр Романовых, церковь Максима Блаженного, Знаменский монастырь и его собор, братский корпус и служебный корпус, церковь Георгия Победоносца на Псковской горке, небольшой фрагмент Китайгородской стены и церковь Зачатия Анны в Углу. Также, во время строительных работ были обнаружены строения Английского двора.

В 1960-х годах на месте заложенного фундамента высотки была построена гостиница «Россия», которая стала самой большой в мире на то время. При этом те немногие оставшиеся памятники архитектуры просто «растворились» на фоне громадного здания гостиницы.

В 2006 году гостиница была закрыта, и разобрана. На ее месте планировался проект комплекса небольших гостиниц, концертного и банкетного залов. Однако из-за недостатка финансирования, проект так и не был осуществлен. В 2012 году было принято решение на месте снеженной гостиницы «Россия» организовать общественное пространство. В 2013 году прошёл первый этап международного конкурса на проект парка. Было представлено множество разнообразных проектов. Предлагались смелые, современные и от того в большинстве случаев неуместные для исторического центра варианты. Тогда было решено провести второй этап, сделав конкурс международным. Победитель конкурса застройки Зарядья стал проект американского бюро Diller Scofidio + Renfo, авторов перепрофилирования бывшей железнодорожной линии в Нью-Йорке в парк. Концепт парка «Зарядье» основан на принципах ландшафтного урбанизма. На территорию парка перенесены четыре характерные для России ландшафтные зоны: тундра, степь, лес и болота, которые пересекаются между собой, наслаиваются друг на друга и включают в себя основные объекты парка. Строительство началось в 2015 году, а торжественное открытие парка состоялось 9 сентября 2017 года в День города.

Концепция парка вызвала множество разногласий и споров еще до своего открытия. Проект получился явно неоднозначным. Из положительных аспектов можно отметить то, что был построен именно парк, зеленое пространство, которое могут свободно посетить жители Москвы и туристы. Была реализована интересная идея с природными зонами, появились новые точки обзора на Кремль с парящего моста.

Из отрицательных аспектов проекта следует отметить довольно небрежное отношение к богатой истории района. Данный проект мог быть реализован в любом другом месте без каких-либо видимых изменений, поэтому и парк в нынешнем его виде смотрится отчасти инородным элементом по отношению к окружающей его исторической застройке. Современные павильоны парка гармонируют между собой, но резко диссонируют со старой архитектурой района. Вряд ли такой резкий контраст в данном случае оправдан. Памятники, расположенные вдоль улицы Варварки, должны были более гармонично смотреться на фоне природы, но гигантский холм и стеклянный купол внушительных размеров делает их незначительными и невзрачными.

При этом, критикуя уже реализованный проект, нельзя переходить в другую крайность. Очевидно, что в данной ситуации говорить о полном воссоздании утраченного района было бы абсолютно не верным. Отсутствуют точные обмеры, фотографии, сведения о материалах и конструкциях утраченных зданий. При рытье котлована под высотку были почти полностью уничтожены культурный слой и нарушен рельеф рай-

она. Таким образом воссоздание застройки района привело бы к появлению на его месте довольно неточного макета в натуральную величину с сомнительной исторической и архитектурной ценностью.

Подводя итог необходимо отметить, что сама идея общественного пространства вблизи от Кремля правильная. Но при реализации проекта сохранившимся памятникам должны были быть возвращены их исторические владения, т.е. расширены границы участков. К архитектуре павильонов парка, расположенного в историческом центре, необходимо подходить более деликатно. Также было необходимо сделать археологические раскрытия сохранившихся фундаментов снесенных, но не попавших в границы котлована восьмой высотки, церковей и храмов. А утраченную сеть узких средневековых улиц Зарядья вполне было возможно воплотить с помощью парковых дорожек.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Смирнов Ф.И.* Зарядье: позавчера, вчера, сегодня и завтра // Журнал Московское наследие №3 (51), 2017, с. 10-15
2. *Белосов И.А.* Ушедшая Москва // Московская старина : Воспоминания москвичей прошлого столетия. - М., 1989, 544с.
3. *Сытин П.В.* Из истории московских улиц. – М., 1959, 844с.
4. *Разумов В.В.* Зарядье: сохранить, нельзя уничтожить // Журнал Московское наследие №3 (51), 2017, с. 32-36

Студентка 4 курса 25 группы ИСА Макарова А.В.

Научный руководитель - доц., канд. архитектуры, ст. науч. сотр..

А.И. Финогенов

ЗАВОД ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

В последние годы нерешенность проблем переработки и утилизации твердых бытовых отходов (ТБО), ухудшение экологической ситуации в большинстве населенных пунктов страны приобретает все более важное значение. Особо это относится к территориям Москвы и Подмосковья с объемом накопления отходов свыше 6 млн. тонн в год. Правительством Москвы намечено строительство нескольких новых мусоросжигающих заводов (МСЗ) с выносом их за пределы столицы [1], при этом не включена санитарная очистка малых российских городов и поселений.

В данной статье в рамках дипломной работы впервые проработан новый подход к решению проблемы, предлагающий промышленную очистку от ТБО территорий малых городов и поселений страны, для обеспечения экологически безопасных условий проживания.

За основу концепции авторами был взят принципиально новый вариант транспортировки мусора на большие расстояния от места сбора на завод – с ориентацией на использование контейнерной перевозки ТБО на железнодорожном транспорте. Данный способ имеет существенные отличия от традиционного, когда большие объемы ТБО транспортируются по городу и на отдаленные полигоны многотонными мусоровозами, являющиеся дополнительными источниками загрязнения атмосферы токсичными выхлопами.

Предлагается активное использование существующей и достаточно развитой сети железных дорог, например, в Центральной части России, в т.ч. на территории Московской области. В качестве примера в рамках разработки предлагаемого проекта для размещения мусоросжигательного завода была выбрана Орехово-Зуевская селитебная агломерация, в которой Орехово-Зуево является крупным железнодорожным узлом, связывающим магистрали Горьковского направления и Большое кольцо Московской железной дороги.

В состав данной территории входит 6 крупных городов (крупнейшие из них Орехово-Зуево, Ликино-Дулёво, Куровское) и 8 крупных сельских поселений, связанных друг с другом не только автодорогами, но и железнодорожными путями. Помимо основных городов Орехово-Зуевской агломерации, в район обслуживания такого мусоросжигательного завода могут быть включены близлежащие города и населенные пункты в радиусе 50-80 км (Павловский Посад, Ногинск, Электросталь, Егорьевск и др.), которые также имеют железнодорожные связи. На

территории указанной агломерации проживает около 276 тыс. человек, «производящих» около 110 тыс. тонн мусора (из расчета 300 кг ТБО на 1 чел. в год). Весь этот объем мусора свозят на единственный местный полигон «Малая Дубна», являющийся постоянным источником выделения вредных веществ. Такая же картина характерна для большинства других малых городов на территории всей России.

Актуальность строительства завода по термической переработке бытовых отходов для размещения на территории Орехово-Зуевского региона Московской области очевидна: во-первых, на территории Подмосковья в принципе отсутствуют какие-либо предприятия по переработке твердых бытовых отходов; во-вторых, размещение МСЗ, в отличие от мусороперерабатывающего завода принципиально исключит повторное полигонное захоронение непереработанных «хвостов»; в-третьих, при использовании современных эффективных технологий, заводы по термической переработке ТБО обеспечат практически безотходное и экологически безопасное сжигание мусора, а также возможность полного использования отходов сжигания для производства разнообразных строительных материалов. И, что самое главное, эти заводы по своему существу являются местными теплоэлектростанциями, т.к. полностью обеспечивают не только свои технологические нужды, но и являются надежными источниками местного тепло-энергоснабжения [2].

В рамках настоящей статьи для размещения комплекса нового мусоросжигательного завода была выбрана площадка в границах промзоны, находящейся в разрыве между вышеупомянутыми подмосковными промышленными центрами Орехово-Зуево и Ликино. С северной стороны площадка выгодно граничит с территорией крупного железнодорожного узла, а с южной – с федеральной автотрассой А-108, соединяющей многие из вышеупомянутых малых городов и будущей возможной трассой для подъезда рабочего персонала. Таким образом, исходная схема определила в проекте наиболее оптимальную широтную ориентацию главной планировочной оси застройки завода, где основной объем ТБО подвозится в контейнерах по железнодорожному вводу и разгружается в головном пролете заводского складского терминала и поступает на последующую переработку. При этом весь заводской персонал прибывает на маршрутном транспорте к входным объектам административно-заводской зоны с противоположной наиболее чистой стороны завода. Для предлагаемого проектного решения была принята новейшая отечественная технология «тепловой электростанции на основе термической переработки ТБО в качестве основного топлива», разработанная и запатентованная технологической организацией ООО ТЭПэнерго (Патент Российской Федерации RU2303746) [3]. Главной особенностью ее является полностью безотходный производственный

цикл с пятиступенчатым дожиганием попутных твердых и газообразных продуктов переработки, в результате чего на выходе получается химически инертный гранулированный шлак, пригодный для использования в строительстве, а газообразные отходы сжигания химически инертны и по составу не отличаются от газовых выделений промышленных ТЭЦ. Мощность проектируемого завода по объему переработки отходов составит около 110 тыс. т/г. Планировочная схема и состав отделений завода полностью отражают новую уникальную технологию, а именно: применена принципиально новая центрально-осевая схема организации основного внутривозового грузопотока по доставке и разгрузке первичных контейнеров ТБО, вывозу готовых строительных материалов, доставке оборудования. Таким образом, все технологические пролеты предприятия рационально и компактно размещаются по обе стороны оси: справа - отделения сжигания ТБО, обработки шлаков, газоочистное хозяйство, а по другую сторону оси размещены отделения по производству готовых изделий из шлака с вывозом товарной продукции и основная заводская паротурбинная электростанция.

Таким образом, в представленном проекте впервые показана возможность широкого строительства на территории страны новых энергоэффективных, практически безотходных и экологически безопасных заводов по термической переработке бытовых отходов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение от 28 февраля 2017 года N 355-р «Об определении перечня субъектов Российской Федерации, в которых предусматривается строительство (реконструкция, модернизация) генерирующих объектов, функционирующих на основе использования отходов производства и потребления» [Электронный ресурс]
<http://docs.cntd.ru/document/456047707>

2. *Пурим В. Р.* Бытовые и подобные им промышленные отходы ,как эффективное топливо / В. Р. Пурим //Энергосбережение : специализированный журнал / АВОК .— М., 2009 .— No2 .— С. 58-64 : ил .— (Нетрадиционная энергетика) .— ISSN 1609-7505.

3. *Пурим В.Р.* Сжигать, а не хранить/ В.Р. Пурим //Химия и жизнь № 11-2006

ВТОРАЯ ЖИЗНЬ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН

Организованное использование воды в городах известно уже с третьего тысячелетия до н.э.: 400-километровый водопровод в Древнем Риме представлял из себя накопительные баки с самотечной системой акведуков. На Руси подобный водопровод был известен с XI века. В 1519 г. в Пскове был построен первый русский водопровод с искусственным подъёмом воды. Именно отсюда начинается свою историю Российские водонапорные башни (ВНБ).

Активное строительство ВНБ в России приходится на XVIII-XIX века. В связи с ростом городов, развитием науки и техники, расширением сети железных дорог возникли три основных типа ВНБ: для бытовых и промышленных нужд, а также для заправки паровозов. Необычной функцией выделяется ВНБ в Светлогорске (1908 г., арх. Отто-Вальтер Кукук) – это башня морской водолечебницы санатория (Рис. 1). Морская вода закачивалась в резервуар и использовалась для лечебных ванн. Санаторий функционирует по сей день, а сама башня является визитной карточкой города.



Рис. 1. Водолечебница, Светлогорск, 1908 г., арх. О-В. Кукук

Важную роль в развитие Москвы сыграл Мытищинский водопровод, построенный по указу Екатерины II в 1804 г. Впоследствии он несколько раз модернизировался. В его систему входили: Ростокинский акведук, Алексеевская насосная станция, Сухаревская и Крестовские ВНБ. К сожалению, до наших времен дожили только акведук и Алексеевская насосная станция (сегодня завод «Водоприбор»).

На протяжении веков ВНБ строились в характерных архитектурных стилях тех времен: ампиризм, классицизм, романтизм, модернизм, готика, конструктивизм. Облик многих башен уникален, их можно принять за

древние крепости или замки. Со временем требования к внешнему виду инженерных сооружений отошли на второй план, и их развитие шло в направлении усовершенствования технологии без учета архитектурного решения. В 1936 г. советский инженер А.А. Рожновский изобретает самый экономичный и практичный вид ВНБ – незамерзающую металлическую ВНБ. А уже с середины XX века начинается переход на современное централизованное водоснабжение. Башни, выполненные в исторических стилях, перестают быть необходимы. При этом древнейшие из них расположены в центре городов на самых дорогих участках земли. Это часто служило причиной сноса сооружений, а те, которым удалось «выжить», были заброшены и разрушались со временем.

За рубежом эти исторические объекты восстанавливают и адаптируют под современные нужды. Популярной идеей для создания музеев в ВНБ является сама вода. Музеи истории воды есть в Мюльхайме-на-Руре (Германия) и Киеве (Украина). В некоторых ВНБ устраивают исторические музеи городов: Росток (Германия) и Кишинёв (Молдавия). Необычные рестораны в башнях можно посетить в Хаукилахти (Финляндия) и Вроцлаве (Польша). Встречаются ВНБ, использующиеся в качестве офисов, такая рабочая среда в Бюсюм (Нидерланды) предоставлена архитекторам, а в Чикаго (США) отведена под туристическое агентство. Чаще всего ВНБ используют для временного и постоянного проживания. Например: огромный 17-этажный отель "Mövenpick Hotel Hamburg" (Германии), общежитие для студентов в Йегерсборге (Дания) и большое количество разнообразных жилых домов по всему миру.

В последнее время в России так же намечается тенденция в этой сфере. В Санкт-Петербурге ВНБ на Шпалерной улице, построенная в 1863 г. (арх. И.А. Мерца и Э.Г. Шуберского), устояла в тяжелые времена блокады Ленинграда и дожила свой рабочий век. С 2003 г. башня входит в комплекс музея «Вселенная воды». Уникальную судьбу имеет ВНБ в городе Инта (республика Коми). Строительство башни символизировало рождение города, поэтому она изображена на его гербе. Автором проекта является шведский политзаключенный архитектор Артур-Гаустав Тавелиус. Работы по созданию велись в 50-е годы XX века, когда территория входила в систему ГУЛАГа. Сейчас в память о трагическом событиях того времени в ВНБ оборудован музей «Политических репрессий». Совсем недавно завершилась реконструкция ВНБ во Владивостоке, построенная в 1893 году по проекту арх. М.М. Вяземского для заправки паровозов. Сегодня башня расположена во дворе Приморской картинной галереи и было бы логично связать эти два объекта. К сожалению этого не произошло, и город получил очередной бар.

Памятником промышленной архитектуры является «Белая башня» (Рис. 2) завода Уралмаш в Екатеринбурге, построенная в 1930г. по проекту арх. М.В. Рейшера и ставшая прообразом для аналогичных объектов: таких как, башня завода «Красный гвоздильщик» в Санкт-Петербурге (1931 г., арх. Я.Г. Черников) и в Новосибирске (1939 г.). Все три строения сейчас заброшены и не эксплуатируются. В 2011 г. прошел конкурс молодых архитекторов, на котором было предложено 11 вариантов реконструкции с изменением первоначальной функции «Белой башни». Наиболее интересные из них: теле- и радиостанция, театр, планетарий, выставочный центр и аквапарк. Теперь осталось воплотить одну из них в жизнь.



Рис. 2. Белая башня, Екатеринбург, 1930 г., арх. М.В. Рейшер

Таким образом, несколько столетий ВНБ снабжали наши города жидкой влагой. Сейчас они утратили свою первоначальную функцию, но отражают историю страны и должны быть встроены в современную жизнь. Особенно, если эти объекты являются памятниками архитектуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Анапольская Е.Н., Балова О.А.* Водонапорные башни России // «Энергия: экономика, техника, экология» 8'2012. С. 72-80.
2. *Ярцев С., Давыдов Д., Гурьянова А.* Внутри водопровода // Московское наследие №6 (54) 2017. С. 40-46.

ПРОЕКТНЫЙ ОПЫТ БЮРО ZAHA HADID В РОССИИ

Как архитектор Хаидид всегда пыталась разрушить общепринятые каноны и растянуть рамки привычного понимания и ощущения пространства, придав ему мощный динамический импульс. С этой же целью — усиления внутреннего движения и деформации — Заха Хаидид, полностью отменяя общепринятую геометрию, использует искажённую перспективу, выявляющую острые углы и кривые линии. На архитектурный стиль Хаидид сильно повлиял русский авангард, в особенности, работы Казимира Малевича. Свою дипломную работу она назвала «Тектоник Малевича» — это был проект жилого моста на р.Темзе.

Со временем ее работы начинают приобретать более мягкие и текучие формы. Развитие ее архитектурного стиля было вызвано стремлением облегчить здания, сделать их не тяжеловесными конструкциями, а легкими, динамичными, парящими и перетекающими.

Первым строительным опытом стало здание Захи Хаидид для мебельной компании "Витра", для которой архитектор разработала пожарную часть в форме бомбардировщика.

Проект пожарной части стал пусковым и знаковым в архитектурной деятельности Захи, принес ей известность и стал началом карьеры — после его появления заказчики стали чаще к ней обращаться, давать все больше проектов, что дало большой толчок развитию ее собственного бюро. Сегодня здания мастерской Захи Хаидид построены в десятках городов мира, в том числе в России.

Не менее интересные постройки реализованы или задуманы ее бюро и для России.

Бизнес-центр Dominion Tower строили десять лет. Здание появилось в самом большом городе Европы как будто тайком. Проект деконструктивистской башни Dominion Tower имеет сложную судьбу. Бизнес-центр на Шарикоподшипниковской улице был задуман десять лет назад, а его строительство началось ещё весной 2008 года. Кризис заморозил проект: постройка от архитектурной звезды оказалась слишком дорогой для компании-заказчика «Доминион-М». Впоследствии российский архитектор Николай Лютомский удешевил и доработал проект для московских условий, и в 2012 году строительство возобновилось. Теперь эпопея заканчивается, и белоснежный бизнес-центр с необычным атриумом ищет арендаторов. Скромный, относительно свершений в других городах мира (знаковых построек в Баку, Риме, Монпелье, Гуанчжоу и Сеуле и др.), объект — настоящий прорыв для Москвы, где

иностранным архитекторам вообще приходится туго. Может быть, рядом с большинством «космических» сооружений Захи Хадид здание Dominion Tower и выглядит довольно просто и не революционно. Стопкой сдвинутых относительно друг друга платформ сегодня действительно уже трудно кого-то удивить – довольно распространенный пластический прием. Однако, в Москве это первое офисное здание с подобной динамикой и живописной слоистостью форм. Семь этажей над землей, два подземных. Обшивка панелями из композитного материала с прямыми и криволинейными контурами чередуется на фасадах с лентами сплошного остекления. В панелях на тонкие алюминиевые листы нанесена перламутрово-голубая краска, благодаря которой белая основа переливается на солнце и меняет оттенок в зависимости от освещения, растворяя здание в небе. Внешний облик башни мог бы получиться более радикальным – по замыслу, вылет консолей был круче, но местные строительные нормы — с российской стороны проект к ним адаптировал АБ "Элис" Николая Лютомского — вынудили проектировщиков сократить «сдвиги» с 20 до 8 метров. Но и за таким компромиссным решением стоят отдельные поиски конструктивного равновесия «раздвигающихся» плит и устойчивости целого. В конкурсе на концепцию Технопарка Сбербанка победил проект Захи. Он стал последним в творчестве архитектурной леди. IT-Технопарк Сбербанка в Сколково — выбрал в себя все самые сильные стороны таланта безвременно ушедшей от нас женщины-архитектора. Здание Экспоцентра на Краснопресненской набережной - проект 2006 года, в котором должны были соединиться сразу три функции: выставочная, гостиничная и жилая. Горизонтальный объём выставочных залов предполагалось поднять над землёй, освобождая под ним общественное пространство для различных мероприятий, а гостиницу и апартаменты разместить в двух башнях, овальных в плане, имеющих множество воздушных переходов между собой и плавно соединенных с горизонтальным объемом. Площадь выставочных залов, спроектированных для проведения мероприятий высочайшего уровня, составила более 25000 м.кв. Расположенный в деловом центре Москвы комплекс должен был пользоваться огромным спросом.

Частный жилой дом Capital Hill Residence был спроектирован бюро Zaha Hadid Architects в 2006 году и полностью сдан в эксплуатацию в 2011. Дом общей площадью более 2500 м.кв. находится в одном из элитных пригородов Москвы. Расположенный на склоне холма, пластичный объем здания словно вырастает из него. В первых этажах располагаются общие помещения, в то время как более приватные пространства запроектированы в башне, на высоте свыше 20 м, откуда открывается прекрасный вид на окружающий здание лес.

Проект реновации района Кузьминки. В Кузьминках — лидере по

количеству хрущевок в Москве — пилотная площадка ограничена Волгоградским проспектом, Есенинским бульваром, Окской, Жигулевской и Зеленодольской улицами. Это кварталы 115, 116 и 121. Площадь участка — 109,6 гектара, на которых снесут 86 домов. Проект британских архитекторов предполагает высокую плотность, практически как в центре города. По словам представителей бюро, это позволит «пригласить в район новых жителей». Свою задачу архитекторы видят в том, чтобы вывести район из культурной и экономической периферии города, создав бизнес-кластеры, расширив торговые площади и увеличив количество мест для отдыха. «Главная цель — создание не просто самодостаточной среды, но центра, формирующего дальнейшую застройку всего города», — объясняют в бюро. Архитектурные критики не раз отмечали, что Заха Хадид экспериментирует на грани архитектуры и дизайна. Недаром из ее мастерской вышло столько культовых предметов мебели, светильников, арт-объектов. Много говорили и о том, что она пытается работать на грани зодчества и геологии, органично вписывая свои здания в рельеф, так что создается впечатление, будто они сами — продолжение рельефа. Она не боялась текучих форм и смело применяла для воплощения своих идей новейшие строительные материалы. Заха Хадид скончалась в 2017 году, но ее дело продолжит созданная ею мастерская, которая уже сейчас участвует в нескольких архитектурных конкурсах для Москвы и России в целом

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шимко, В. Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование: Основы теории / В. Шимко. — Архитектура С, 2004. — 296 с.
2. Rudner, B. Arcology: Life in the Big City / B. Rudner. — Режим доступа: <http://www.arcology.com>.
3. *Hélène Binet*. Architecture of Zaha Hadid in Photographs / Н/ Binet. — Lars Müller Publishers, 2000. — 173 p.
4. Ельцова Ю.А. Dominion Tower: Заха Хадид в Москве / Ю.А.Ельцова — Режим доступа: <http://www.the-village.ru>
5. Хроники конкурсов — Режим доступа: <http://archsovet.msk.ru>

ГОСТИНЫЕ ДВОРЫ И ПОДВОРЬЯ АСТРАХАНИ. НА СТЫКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ И АЗИАТСКОЙ КУЛЬТУР

Астрахань расположена в дельте Волги на 11 островах прикаспийской низменности, из-за чего город пересечен большим количеством рукавов, притоков и каналов и нередко именуется “Русской Венецией”. На всех этапах своего существования Астрахань находилась на пересечении торговых путей и тем самым породила интенсивные контакты многочисленных народов на геополитических, экономических и этноконфессиональных коммуникационных рубежах. Благодаря уникальности положения, Астрахань постепенно превратилась во фронтирную территорию России и стала важным центром российской международной торговли XIV-XV веков [1].

Главной архитектурной достопримечательностью Астрахани является белокаменный Астраханский кремль 1580-1620гг. (рис. 1), рядом с которым ранее располагался Белый город с сохранившейся до сегодня системой улиц [2].

Исторический центр города в основном представляет собой классицистическую двухэтажную застройку XIX века.

Уникальными для истории архитектуры являются Торговые подворья, которые в условиях межкультурного синтеза получили исключительное сочетание «европейских» фасадов с восточной архитектурой дворов, являющих собой древний композиционный тип караван-сарая (рис.2).

Архитектурный тип подворий имеет древнейшую историю, пришедшую с Востока: строения формируются вокруг внутреннего двора, в который обращены помещения и галереи. Такой тип постройки был продиктован местными условиями (жаркий сухой климат, дефицит строительного леса и камня, обилие глины для кирпича-сырца), отвечал требованиям безопасности и комфорта (глухие замкнутые внешние стены, защищающие от нападений, открытые внутренние галереи, дающие



Рис. 1. Астраханский кремль

прохладу) и функционально соответствовал потребностям караванной торговли [3].

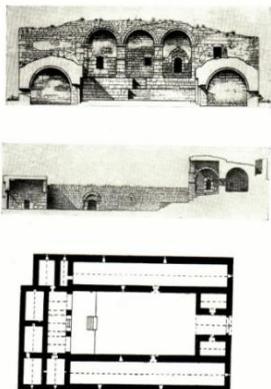


Рис. 2. Караван-сарай на территории Азербайджана

яся архитектура подворий несёт в себе восточную составляющую, и являет собой древний композиционный тип караван-сарая. Их место в градостроительной планировке города связано с древнейшей традицией расположения сооружений такого назначения вне стен цитадели, близ её главных ворот.



Рис. 3. Декор уличного фасада Армянского подворья

местности такое подворье служило купцам своего рода крепостью, защитой от нападений, а в многолюдных городах было удобно для властей тем, что облегчало сбор пошлины и контроля над соблюдением местных правил.

На Руси торговые подворья начинают появляться в н. XVI в. после издания Иваном III приказа, запрещавшего приезжим купцам размещаться и торговать на дворах удельных князей и предписывающего создавать для них специальные гостиные дворы. Такими были дворы и подворья в Новгороде, Архангельске, а также восемь главных гостиних дворов в Москве.

В соответствии с торговой политикой Ивана Грозного русская казна, заинтересованная в развитии коммерческих связей с Востоком, специально для восточных купцов организовала на астраханском посаде подворье. Самое раннее упоминание об этом датируется 1580 годом. Сохранившаяся

Подворья сохранились в относительно хорошем состоянии в аутентичной архитектурно-градостроительной среде. В них легко узнается классический караван-сарай – сооружение, рожденное условиями торговли на дальние расстояния. Смысл его пространственного решения состоит в том, что на стоянках в безлюдной

Сохранившиеся в Астрахани торговые подворья: Индийское, Армянское (рис. 3) и Персидское (рис. 4) неоднократно перестраивались, но сохранили внешние фасады, решенные в формах наивного провинциального ампира и классицизма середины XIX в., а дворы – древнюю пространственную структуру и образную специфику караван-сараяв Востока.



Рис. 4. Дворовой фасад в Персидском подворье

Таким образом, архитектура рассмотренных построек является разновидностью торгового сооружения, сочетанием «европейских» фасадов с восточной архитектурой внутренних дворов. Эти уникальные и неповторимые архитектурные памятники должны быть сохранены вместе со средой — рядовой застройкой, планировочной структурой, пространственной организацией исторического центра Астрахани, и должны оберегаться не только как местная достопримечательность, но как национальное достояние России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исторически-архитектурное наследие Астрахани XIX–начала XX веков. 2012 г.; с. 12-22.
2. В. П. Никитин «Астрахань и ее окрестности». 1981 г.; с. 33-34.
3. Е. В. Гусарова «Астраханские находки». 2009 г.; с. 55-87

ПРИЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПАРКИНГОВ В СОВРЕМЕННЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСАХ МОСКВЫ

Общественные пространства по своему назначению можно условно поделить на две большие группы.

В первом случае это будут общегородские пространства. Например, городская центральная улица, парк отдыха, набережная, площадь. Места массового скопления людей.

Вторая группа - пространство повседневности. В эту группу входят локальные парки, скверы, придомовое озеленение. Более 50% горожан проводят досуг в пределах своего района. Это позволяет нам говорить о том, что двор - пространство, где формируется локальное сообщество.

Часто проблемы придомовой территории связаны именно с автотранспортом. Наиболее распространенные из них:

- Бесконтрольная парковка;
- Несоблюдение норм расстояния парковочных мест до фасада здания, зон рекреации;
- Затруднение пешеходного перемещения и проезда специальной техники по дворовой территории;
- Высокий риск дорожно-транспортных происшествий в связи с высокой транспортной загруженностью;
- Пренебрежение открытыми площадками для выгула домашних животных в пользу дополнительных машино-мест;
- Предпочтение отдается не зеленым насаждениям, а дополнительным парковочным местам.

Трудности жизни во дворах, которые мы видим сейчас, во многом обусловлены существовавшим в прошлом отсутствием учета перспективного планирования. Так, например, проектировщики советского периода не предполагали, что к началу XXI века автомобилей будет гораздо больше, чем 10 единиц на 100 человек.

На сегодняшний день, расчет парковочных мест производится согласно «СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений». Согласно ему, на 1000 жителей уровень автомобилизации соответствует 350 легковым автомобилям, с учетом трех-четырёх такси и двух-трех специальных машин. Так же, местными постановлениями может быть регламентировано нормируемое количество машино-мест в зависимости от жилой площади. Для квартиры, площадь которой менее 30м², допустимо одно или 0,5 места. Свыше 100 м² - два, а от 30м² до 100 м² - 1,5. При этом, не меньше 10%

от общего числа проектируемых, должны обеспечивать интересы людей с инвалидностью.

Во многом на проблему автомобильной загруженности может повлиять создание многоуровневых паркингов в уже существующей среде застройки, строительство перехватывающих парковок в черте города, организация подземных стоянок в цокольных и подвальных этажах общественных комплексов.

При строительстве новых жилых комплексов необходимо не только выполнить расчет количества машино-мест, но и обеспечить их размещение, сохранив архитектурную гармонию. Так, по размещению автомобилей относительно других объектов, композиционные приемы можно классифицировать:

- Отдельно стоящее здание паркинга – специализированный одноэтажный или многоэтажный гаражный комплекс, рассчитанный на одновременное хранение большого количества транспортных средств. Как правило, обеспечивает доступом к парковочным местам сразу нескольким жилым образованиям. Может быть открытым или закрытым, соответственно, неотапливаемым или отапливаемым.

- Встроенные паркинги – теплые паркинги, находящиеся непосредственно в составе жилого комплекса и имеющие выход на его территорию. Могут быть подземными или надземными. Парковочное место, как правило, приобретает совместно с квартирой.

- Пристроенный паркинг - стоянка, примыкающая к границам застройки здания.

- Комбинированные.

По способу междуэтажного перемещения можно сказать о том, что подавляющее большинство паркингов обустроено рамповой системой. Не смотря на зарубежный опыт использования автоматизированной и механизированной систем, рамповый метод не требует дополнительных материальных и технических затрат, а также является более комфортным в повседневном использовании.

Необходимо учитывать, что гаражные образования, встроенные или пристроенные к общественным и жилым зданиям, должны удовлетворять требованиям СП 54.13330 и СНиП 31-06.

По характеру требований к количеству и размещению, мы можем выделить три основных типа:

- Парковка постоянного пребывания – для транспорта, пребывающего на территории городского поселения постоянно и зарегистрированном в нем. Согласно вышеуказанному СП42.13330.2011, 90% и более таких мест должно соответствовать пешеходному радиусу доступности - 800м. Гаражи боксового типа, принадлежащие инвалидам, следует размещать не далее 200 м от входов в жилье.

- Парковка гостевого хранения – временная зона для посетителей жилого образования. Такие места допустимо проектировать вблизи подъездных территорий, зоны посадки и высадки пассажиров.

- Парковка периодического хранения – кратковременное (менее 12ч) хранение на стоянках автомобилей, на незакрепленных за конкретными владельцами местах.

Количество площадок для последних двух пунктов может быть рассчитано по укрупненному показателю, как 70% от общего числа машин. Для более точного расчета данных, необходимо воспользоваться приложением «К» к СП42.13330.2011.

Таким образом, проектирование паркингов в современных жилых комплексах может решать не только проблемы загруженности городского пространства автомобилями, но и отвечать за создание комфортной среды в каждом дворе, микрорайоне. Удобство, простота использования, шаговая доступность в сочетании с надежными конструкциями и качественной архитектурой – основные требования, которые выдвигают к проектированию парковочных площадок сегодня.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.» Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с Поправкой)
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»
3. СП 113.13330.2012 «Стоянки автомобилей.» Актуализированная редакция СНиП 21-02-99* (с Изменением N 1)

ТУРИСТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-КУЛЬТУРНЫЙ ЦЕНТР С ОБСЕРВАТОРИЕЙ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ В МАЛЫХ ГОРОДАХ ЮЖНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

Полуостров Крым с царских времён был знаменит своим благотворным для здоровья климатом и прекрасными пейзажами. В советское время это была одна из самых популярных туристических точек. В настоящее время традиции туризма имеют слабое продолжение из-за слабо развитой туристической инфраструктуры. Актуальность развития данного направления закреплена в Постановлении Совета Министров Республики Крым от 2016 года, где указано, что курортно-туристическая сфера должна стать одной из важнейших бюджетообразующих отраслей экономики[1].

Развитие этой сферы невозможно без соответствующего уровня модернизации и изменения существующих объектов застройки и транспортных коммуникаций: «...размещение и структура транспортных коммуникаций, транспортной инфраструктуры в целом не отвечает...внутренним и внешним транспортно-экономическим связям и нуждается в существенном совершенствовании»[1].

Одним из известных центров туризма на Южном побережье Черного моря является небольшой курортный город Гурзуф, с характерной разрозненной застройкой и неразвитой инфраструктурой культурно-досуговых объектов[5].

Важной особенностью территории пгт Гурзуф и подобных ему городов Крымского побережья является его расположение в условиях горного рельефа. Средняя высота пгт Гурзуф над уровнем моря в среднем составляет 60-80 метров, а в районе опоясывания поселка Республиканской дорогой она достигает 200 метров над уровнем моря. В связи с геологическими процессами, побережье, на котором расположен Гурзуф, изрезано глубокими рельефными впадинами, что придает ландшафту выраженный террасный характер[4].

Климат в Гурзуфе – субтропический, что характерно для всего Южного побережья Крыма. Лето жаркое, но не знойное, максимальная температура воздуха достигает отметки 37°C. Зима мягкая, минимальная температура -15 °C [3]. Количество солнечных часов в Гурзуфе составляет в среднем 2233 в год. Несмотря на близость к морю, в Гурзуфе относительно невысокая влажность воздуха. Более того, в районе Гурзуфа чистая и сухая атмосфера, коэффициент прозрачности воздуха состав-

ляет 0,73, яркость неба около 21.6 метров на квадратную секунду, что характеризует высокие параметры астроклимата и потенциальную пригодность данной местности для астрономических наблюдений.

Учитывая предстоящий рост массовой туристической деятельности и развитие курортных центров Крыма, одним из важных вопросов становится размещение в них объектов культурно-досуговой деятельности. С учетом уникальной атмосферы и астроклимата, по нашему мнению, весьма перспективным является размещение в Гурзуфе и других аналогичных городах Крыма доступных комплексов народных обсерваторий. Согласно «Рекомендации по проектированию планетариев и массовых астрономических обсерваторий»: «Комплексы и крупные народные обсерватории, имеющие две и более наблюдательные башни, предназначенные как для популяризаторской, так и для научной работы, следует располагать в зоне отдыха в южной части на участках, хорошо связанных транспортными магистралями с густонаселенными жилыми районами города»[2].

В настоящей работе представлен проект размещения такой народной обсерватории, предназначенной для культурно-досуговой и научно-популяризаторской деятельности. Данный проект полностью соответствует наметенной Программе всестороннего развития территорий Крыма.

Комплекс обсерватории, предназначенный для любителей-туристов состоит из: административно-распределительного центра, гостиницы, оборудованной парковочными местами, четырех наблюдательных башен и планетария. Важными принципами в размещении этих объектов являются: свободный обзор горизонта, удаленность от крупных транзитных дорог, его транспортная и пешеходная доступность. Для данного комплекса особое влияние имеет выраженный горный характер местности, крутизна склона, в среднем составляющая 17° , при этом высота над уровнем моря выбранного участка в среднем равна 200 метрам. С учетом этих принципов и особенностей наблюдательные башни, согласно проекту, будут располагаться в наивысшей точке выбранной территории города, высота которой составляет 220 метров над уровнем моря. Башни соединены пешеходными переходами с административно-распределительным центром комплекса. Гостиничный комплекс, оснащенный парковочными местами для посетителей, функционально связан с административным центром. Въезд на территорию комплекса и парковки будет осуществляться с Южнобережного шоссе. Культурно-просветительская функция данного сооружения будет особенно полезна детскому населению лагеря Артек, располагающемуся в непосредственной близости от места предлагаемой постройки.

Таким образом, предлагаемый научно-культурный центр послужит

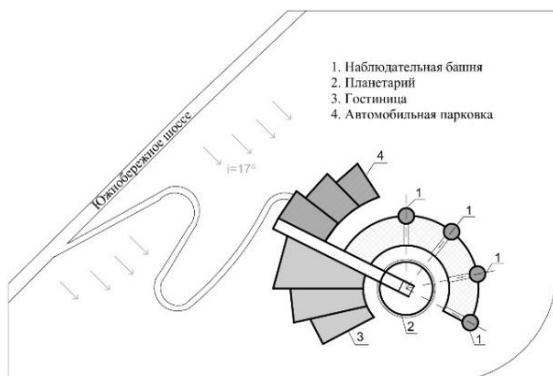


Рис. 1 Архитектурно-композиционная схема научно-культурного центра «народная обсерватория».

развитию туристической инфраструктуры в приморских Крымских городах, в то же время создавая досуговое пространство и для местных жителей. Проект рационально использует климатические, рельефные и дорожно-транспортные условия выбранной местности. Принципиальные основы предлагаемого про-

ектного решения могут быть использованы и в дальнейшем развитии других курортных здравниц Крыма.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Совета министров Республики Крым от 29 декабря 2016 г. № 650 "Об утверждении Государственной программы развития курортов и туризма в Республике Крым на 2017-2020 годы"

2. Рекомендации по проектированию планетариев и массовых астрономических обсерваторий /НИЛЭП ОИСИ. –М.: Стройиздат, 1988. – 104 с.

3. СП 131.13330.2012 (Изм.2 Крым) Строительная климатология (актуализированная редакция СНиП 23-01-99).

4. *Суворов, В.О.* Типология жилья в условиях сложного рельефа по архитектурно-пространственной компоновке относительно склона / В.О. Суворов // *Фундаментальные и прикладные проблемы науки* : Мат. VIII Междунар. симпоз. – Т. 7. – М., 2013.

5. *Финогенов А.И., Лях А.Ф., Хоменко Д.А., Тиханчиков О.С., Кучерова Ю.Н.* Концепция планировочного развития территорий курортного побережья Республики Крым на примере совершенствования системы застройки поселения Гурзуф.

Студент 4 курса 70 группы ИСА Петрова С.В.

*Научный руководитель – доц., канд. архитектуры, советник РААСН
А.Б. Бодэ*

ЗДАНИЕ БОГАДЕЛЬНИ НАЧАЛА XX ВЕКА В СКИТУ ВСЕХ СВЯТЫХ ИОСИФО-ВОЛОКОЛАМСКОГО МОНАСТЫРЯ МАТЕРИАЛЫ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ

Исследуемый объект находится в составе комплекса скита Всех святых к югу от Иосифо-Волоцкого монастыря. Датой постройки считается начало XX века, 1903-1904 гг.



Рис. 1 Здание богадельни. Первоначальный облик

В скиту был вырыт колодец. Известно, что в XIX в. над ним стояла деревянная часовня с иконостасом, без окон, с тремя дверными проемами. В 1856 г. на месте старой деревянной часовни была заложена каменная часовня, к которой затем пристроили алтарь. В 1860 г. часовню освя-

тили как церковь Всех Святых. В начале 60-х гг. XIX в. здания скита были окружены глухой кирпичной оградой с 2-ярусной надвратной колокольней с северной стороны.

В советское время Скит был закрыт, а его постройки использовались как больница, в церкви была котельная.

В 2009 г. Всехсвятскому скиту была возвращена первоначальная монастырская функция.

Здание богадельни представляет собой одноэтажное деревянное строение, длиной более 26 метров и шириной около 20 метров, имеющее асимметричную объемно-плановую структуру; декор с накладной резьбой близок к архитектуре модерна.

Парадное крыльцо выходит на восточный фасад.

Строение создано в духе пригородных дачных построек с использованием разностилевых приемов и форм с преобладанием русских мотивов. Фундамент ленточный кирпичный, стены бревенчатые, рубленные с остатком. Диаметр бревна 23-28 см. Чердак деревянный по балкам, с засыпкой землей и мусором, подкровельная стропильная система с

большими проемами и двумя парными затяжками на болтах. Железная крыша закрыта шифером.

К настоящему времени объект дошел с изменениями и утратил свой первоначальный облик: не сохранилось слуховое окно на южном фасаде, историческая кровля заменена шиферной, сруб обшит досками и окрашен. Утрачено историческое оформление парадного крыльца - на старых снимках можно заметить вазы на возвышениях по обеим сторонам лестницы. С северного фасада, на месте второго входа в здание в советское время была сделана деревянная пристройка.



Рис. 2. Здание богадельни.
Современный вид

Частично утрачены фрагменты наличников и декоративных пилястр, в большей части окон столярное заполнение заменено на пластиковые стеклопакеты.

Сохранились деревянные резные карнизы и фриз по всему периметру здания, а также – входные двери на восточном фасаде. На северном фасаде остались исторические слуховые окна-мезонины.



Рис. 3 Чертеж южного фасада здания

Кирпичный цоколь на 90-110 см выступает над уровнем земли, выступающая часть покрыта обмазкой.

Толщина стен: в жилом объеме в одно бревно (от 16 до 30 см), в хозяйственной части в полубревно (от 10 до 15 см).

Внутренняя планировка здания сильно изменилась. Галерея вдоль северной стены дома преобразована в 3 помещения с коридором. Разобраны все печи (предположительно, три). В юго-западной части здания в последнее время устроена церковь.

Кирпичный цоколь частично разрушен, локальные просадки фундамента, недостаточно продухов подпольного пространства. Большинство дверей – исторические, заполнение оконных проемов в основном переделано, внешний декор под свесом кровли по фасаду хорошо сохранился.

Из-за установки креста оказалась повреждена часть кровли, из-за чего в подкровельное пространство проникает вода.

Три грани апсиды находящегося внутри дома храма выходят на южный фасад. Пристройка к северному фасаду дома выполняет функцию подсобного помещения и служит складом. Не отапливается. Хозяйственных пристроек при доме на данный момент нет.

В доме два типа окон: большие и малые, имеющие разный масштаб, но идентичные по декору.

Внутри дома печей не сохранилось, но на первоначальных конструкциях кровли присутствуют отверстия для труб.

Предмет охраны.

1. местоположение памятника на территории скита
2. габариты, силуэт памятника;
3. основные особенности объемно планировочной структуры памятника;
4. несущие конструкции, кирпичные фундаменты, стены и связи, сохранившиеся с момента последней достройки памятника,
5. пропорции и разновидности проемов фасадов;
6. декоративно художественное убранство фасадов; заполнение оконных и дверных проемов
7. пространственно-планировочная структура и элементы архитектурного оформления интерьеров.

Объект, в целом, находится в удовлетворительном рабочем состоянии. Здание богадельни используется для различных монастырских нужд.

ОСОБЕННОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ ВЫСТАВОЧНЫХ ЗАЛОВ МУЗЕЕВ

Свет. Какую роль он играет в нашей жизни? С первого взгляда ответ на этот вопрос очевиден: без света мы бы не увидели ничего вокруг. Но другой немаловажной функцией света и систем освещения является их способность направлять и акцентировать внимание людей на том или ином объекте. Именно эту его способность широко используют устройства выставок и музеев.

Музеи, какой бы направленности и специфики они не были, всегда имеют основную цель – обучение. Поэтому здесь наиболее важна система освещения, так как благодаря ей можно достичь желаемого результата – через мощное эмоционально-психологическое влияние донести до восприятия зрителя свою идею, замысел.

Подсветка объектов изобразительного искусства проектируется с учетом двух основных параметров – это обеспечение сохранности выставочных объектов и эффективность демонстрации шедевров.

Исходя из этих параметров, к освещению можно применить следующие требования:

- правильно подобранная цветопередача (сильное яркое, содержащее инфракрасное и ультрафиолетовое излучение оказывает губительное воздействие на экспонаты, обладающие слабой светостойкостью);
- мощность светового потока (исключить выгорание и обесцвечивание экспонатов);
- расстояние от экспозиции до источника света (исключить нагревание освещаемой поверхности, что может привести к порче красок и полотна);
- соблюдение индивидуальных особенностей каждого экспоната;
- полноценно освещать демонстрационные предметы;
- создавать акцентирующее освещение в зависимости от цели экспозиции;
- обеспечивать собранность и в тоже время выгодно выделять выставляемые объекты;
- учитывать физиологические особенности зрителя;
- учитывать архитектурные и интерьерные особенности помещения;

Идеальными условиями эксплуатации экспонатов в музеях является полностью искусственное освещение, т.к. оно не зависит от состояния погоды, дает возможность регулировать интенсивность и спектральный

состав света и обеспечивает планировочную гибкость зданиям музеев. Но в тоже время в роли хранилищ часто выступают исторически сложившиеся здания – особняки, дворцы, усадьбы и т.д. В таком случае используют совмещенное освещение (естественное и искусственное освещение). Естественное освещение предпочтительнее из психофизиологических соображений, а искусственное обеспечивает равномерность освещенности помещений.

При проектировании освещения музея в первую очередь необходимо учитывать воздействие ультрафиолетового и инфракрасного излучения на экспонаты. Ультрафиолет оказывает прямое негативное влияние через разрушение молекулярных связей, а также обладает кумулятивным свойством, т.е. оказываемый эффект накапливается со временем. А инфракрасное излучение провоцирует старение материалов вследствие увеличения скорости протекания химических реакций при повышенной температуре.

Тип освещения зависит от вида и материала экспоната. Так для изделий нечувствительных к свету из керамики, эмали, стекла или металлов допустимо использование как естественного освещения, так и достаточно мощных искусственных источников (люминесцентных ламп, ламп накаливания и даже небольших прожекторов). Освещенность данных экспонатов как правило не превышает 300 лк.

Для масляной живописи, клеевых красок, лаков и изделий из дерева уже существуют ограничения по предельной годичной освещенности в 650 000 лк/ч при максимальной освещенности в 150 лк. А при естественном освещении рекомендуется плотно закрывать окна, на стекла наклеивать специальные пленки, поглощающие ультрафиолетовое излучение и избегать попадания прямых солнечных лучей на экспонаты.

Акварель, рукописи, ткани, рисунки, экспонаты зоологических и ботанических коллекций относятся к особо светочувствительным предметам. При их демонстрации рекомендуется полностью исключить естественное освещение, освещенность от искусственных источников не должна превышать 50 лк. Источники света как правило устанавливаются снаружи витрины из-за высокой чувствительности экспонатов к радиации, теплу и влажности, а время экспонирования должно быть максимально сокращено.

В последнее время галогеновые лампы и лампы накаливания сменились LED-освещением. Такое освещение более безопасно для экспонатов, уменьшает расход энергии и предоставляет различные возможности для цветового баланса. Конечно же, у LED-освещения есть свои минусы, такие как серьезные затраты на установку LED-освещения и отсутствие данных о его долгосрочном влиянии на свойства различных материалов.

У каждого источника света есть несколько параметров, так называемые, «контролируемые качества света» - распространение (узко или широко направлен свет, один или несколько его источников и пр.), угол (определяет тень), интенсивность (определение уровня излучения), цвет (спектр). Свет может быть рассеянным и прямым, часто варьируется от рассеянного до прямого, и один поддерживает другой. Кроме художественного освещения в музеях часто используют экспозиционную подсветку для акцентирования внимания посетителей на определенных участках помещений. Но при этом Уровень общей освещенности не должен создавать излишних контрастов. В случае резкого перепада освещенности для улучшения зрительного восприятия следует предусматривать переходную зону.

Все вышеописанные характеристики освещения входят в понятие светового поля и могут быть численно оценены с помощью специальных измерительных приборов. Для определения пространственных характеристик светового поля используются высокоточные люкметры со сферическими, полусферическими, цилиндрическими и полуцилиндрическими фотоголовками. Хороший уровень соотношения спектральной чувствительности прибора с чувствительностью человеческого глаза достигается с помощью фильтров, устраняющих зрительные отклонения.

В заключении хотелось бы отметить, что освещение помещений музеев является крайне сложной, но при этом важной задачей. Неправильное освещение может в лучшем случае испортить восприятие объекта, а в худшем привести к серьезным повреждениям экспоната или даже полной его утрате.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архитектурная физика: учеб. для вузов / под ред. Н. В. Оболенского - М: Архитектура-С, 2007. - 442 с.
2. *Ревякин В.И., Оленев А.А.* Рекомендации по проектированию музеев. -М: Стройиздат, 1988.- 40 с.

АЭРОПОРТ МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ МАЛООСВОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

В 2014 году Правительством РФ была утверждена государственная программа «Социально-экономическое развитие Дальнего Востока» [1], целью которой является дальнейшее развитие экономики и обеспечение комфортной среды обитания человека на территории Дальневосточного края. Другими законодательными актами [2,3] было предусмотрено освоение конкретных земельных территорий Дальневосточного региона, а именно территорий Сахалинской области, предоставляемых населению для развития сельского хозяйства.

Освоение Дальневосточных территорий во многом определяется развитием средств воздушного сообщения и, в первую очередь, устойчивой организацией местных грузопассажирских перевозок. В настоящий момент около 90% пассажирских и грузовых перевозок за пределы Сахалинской области и обратно производится с помощью воздушного транспорта, действующего с 5 аэропортов, расположенных на острове Сахалин. Важнейшим транспортным центром на Дальнем Востоке является город Холмск, расположенный на юго-западном побережье острова Сахалин и имеющий наиболее короткое воздушное сообщение с материковой территорией страны. В его состав входят 3 ж/д станции, незамерзающий морской порт и сеть автомобильных дорог. В силу этого город Холмск является вторым по экономической значимости и третьим по численности населения (28 217 человек) городом Сахалинской области. Таким образом, город Холмск объективно может стать центром грузопассажирских коммуникаций с городами и населенными пунктами острова и всей страны. В силу географического расположения и хозяйственного значения города Холмска возникает вопрос о строительстве в нем нового современного грузопассажирского аэропорта для организации постоянного воздушного сообщения, что открывает больше перспектив для промышленного и хозяйственного развития города и других территорий острова. Современный грузопассажирский аэропорт является сложным многофункциональным и энергоемким объектом, имеющим в своем составе складские, инженерно-технические объекты, центры навигации и обслуживания пассажиров. Все это обуславливает актуальность вопроса всемерной экономии расходования энергетических ресурсов и, прежде всего, за счет использования альтернативных источников энергии. К тому же, использование

традиционных источников энергии оказывает вредное воздействие на окружающую среду и обуславливает значительные объемы морских перевозок топлива. В этой связи представляют интерес особенности природно-климатических характеристик района строительства нового аэропорта. Город Холмск характеризуется умеренным климатом, повышенной влажностью воздуха и обильными осадками. В то же время, здесь наблюдается стабильная циркуляция воздушных масс с высокой средней скоростью ветра (5-7 м/сек) и его давлением (0,73 кПа) [4]. Преимущественное направление ветровых потоков зимой наблюдается с севера, летом – с запада и юго-запада. При этом наибольшие скорости ветра наблюдаются обычно в зимнее время (7-10 м/сек) [5].

Ветровой фактор является решающим в выборе альтернативного источника энергии. В предлагаемом проекте нового комплекса грузопассажирского аэропорта в качестве альтернативного источника энергии целесообразно использовать ветроэнергетические установки, работа которых заключается в преобразовании кинетической энергии ветрового давления в механическую энергию вращения ветровых роторов с последующим преобразованием ее в электрическую энергию. Наряду с этим следует учитывать особенности работы такого объекта как аэропорт, где использование традиционных ветровых установок на высоких мачтах может быть опасным при взлете и посадке самолетов. В этом случае наиболее целесообразными ветроэнергетическими устройствами могут стать ветровые турбины, расположенные, например, на конструкциях зданий. Для увеличения эффективности работы ветровых генераторов принципиальное значение имеет одновременное использование оптимальной конфигурации самого здания и энергетической производительности ветровых генераторов. Размещение ветровых турбин с горизонтальной осью вращения предусмотрено в два яруса на крыше корпусов грузовых ангаров, а именно в зоне жесткого пролета-вставки, где размещаются инженерное оборудование и аккумуляторная станция (рис.1). Ветровые турбины представляют собой рамную конструкцию с установленным внутри ротором диаметром 2,4м. Помещение зоны стоянки воздушных судов имеет наклонную кровлю, что в сумме с наклонным ветровым отражателем воздушных потоков позволяет использовать все здание в качестве направляющего ветрового паруса с целью концентрации ветровых потоков. Назначение корпусов грузовых ангаров заключается в приеме грузов, их складировании и хранении, а также в погрузке их на самолеты для отправки. Проект аэропорта будет включать в себя пассажирскую (пассажирский аэровокзал) и грузовую (группа корпусов грузовых ангаров) зоны.

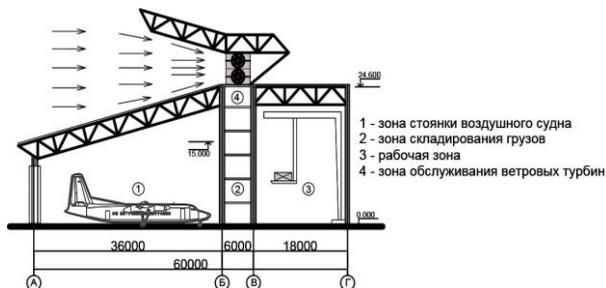


Рис.1. Поперечный разрез ангара

При этом здания трех технологических корпусов ангаров (каждый с габаритами 60мх72м), заблокированные в плане в виде ступенчатой ветроэнергоактивной системы, ориентированы в северо-западном направлении для максимального захвата ветровых потоков секциями турбин, что принципиально определило общую планировочную схему основных зданий и сооружений в проекте нового аэропорта (рис.2). Таким образом, использование новых типов ветроэнергоактивных зданий обеспечит возможность стабильного энергоснабжения грузопассажирского аэропорта.

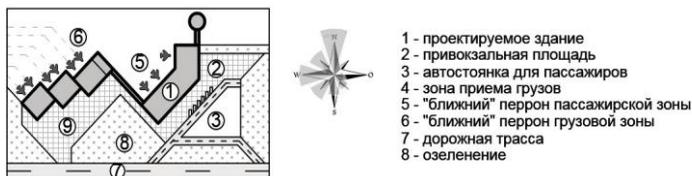


Рис. 2. Схема генерального плана аэропорта

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 308 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Социально-экономическое развитие Дальнего Востока и Байкальского региона" [Электронный ресурс] <http://government.ru/>
2. Постановление Правительства Сахалинской области от 28 марта 2011 г. N 99 «О стратегии социально-экономического развития Сахалинской области на период до 2025 года» [Электронный ресурс] <https://sakhalin.gov.ru/>

Студентка 4 курса 25 группы ИСА Пулина А.М.

Научный руководитель – доц., канд. архитектуры, ст. науч. сотр.

А.И. Финогенов

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ТЕПЛИЧНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИАМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Южные территории Сибири и Амурской области являются перспективным и недостаточно освоенным резервом для развития многих отраслей сельского хозяйства России. Важным рубежом в эффективном освоении районов явились последние Правительственные документы, направленные, в частности, на освоение территорий Дальнего Востока и Приамурья [1,2,3].

Как показывает анализ, данные территории расположены на 53° С.Ш с высотой солнцестояния в летний период 60°-70°, в зимний 20°-30°. Поэтому основополагающими климатическими факторами данного региона являются: активная солнечная радиация, достигающая в летние месяцы 800 МДж/м², средняя продолжительность солнечного сияния — 2200-2400 часов. Амурская область относится к 7 световой зоне с показателем ФАР (фотосинтетической активной радиации) равной 2370-3450 кал/см², что является важным фактором для фотосинтеза растений. Наряду с этим Дальневосточный район характерен холодным климатом в течение большей части года. Но в тоже время решающим фактором являются интенсивные ветра скоростью 5-20 м/сек[3].

Для успешного развития сельского хозяйства эти факторы обуславливают необходимость выбора оптимальных технологий, в частности, объектов и комплексов для выращивания тепличных культур[4]. В Амурской области наблюдается острый дефицит в производстве ассортимента таких важнейших овощей, как огурцы, помидоры, баклажаны, сладкий перец, зеленые культуры и т.д.

В основу разработанного дипломного проекта было положено формирование индустриального тепличного комплекса, предназначенного для выращивания овощных культур с использованием современных агротехнических технологий. С этой целью был подобран участок на территории Амурской области в долине реки Зея, притока Амура, рядом с поселениями Овсянка и Александровка, в 500 км от Благовещенска. Поверхность участка имеет уклон до 15° и ориентирована на южную сторону небосвода, что благоприятно для максимального усвоения растениями энергии солнечной радиации. Другим принципиальным решением, положенным в основу проекта, явилось максимальное использование энергии местных ветровых потоков, дующих с направлений С-СВ в качестве возобновляемых источников энергии. Таким образом в осно-

ву проекта была положена схема ветроэнергоактивного тепличного комплекса. В основу планировочного решения здания положена лучевая веерообразная схема разбивки основных координатных осей, расходящихся под углом в 30° в направлении севера-северо-востока, навстречу потокам местных ветров. Основной объем теплицы формируется в виде 7 веерообразных секторных объемов помещений. Предусмотрена механизированная технология ухода за растениями: доставка и замена питательного грунта и удобрений, уборка и транспортировка продукции осуществляются с применением различных видов внутреннего технологического транспорта[5]. Для этого каждый сектор теплиц имеет четкую схему транспортных и пешеходных коридоров, объединенных со стороны южной зоны комплекса общим распределительным пролетом. С восточной стороны к нему примыкает технологический блок для складирования и подготовки посадочного грунта, сортировки, вывоза готовой продукции. С западной стороны к распределительному пролету примыкают лабораторные и административно-бытовые помещения. В предложенном решении все основные производственные помещения теплиц максимально развернуты и наклонены в сторону солнца, что обеспечивает максимальное усвоение растениями энергии солнечной радиации. Северная и северо-восточная стороны комплекса ориентированы на захват ветровых потоков, для чего периметр этого фасада организован в виде четырех ветроэнергетических панелей. Каждая включает от трех до шести секций вертикальных роторных ветрогенераторов, установленных в системе объемных рамных металлоконструкций высотой около 12 м. Концентрация и плотность ветровых потоков дополнительно усиливаются тремя скошенными направленными экранами, формирующими помещения входных групп. В этих же объемах размещены аккумуляторные помещения. Здание теплицы работает, как постоянно действующая электростанция, в большой степени обеспечивающая энергопотребности всех технологических процессов, функционального освещения, вентиляции и отопления.

Здание выполнено с применением стоечно-балочной системы металлического каркаса. В основных пролетах секций использована многоскатная схема покрытия с использованием эффективных многослойных светопрозрачных ограждений[6]. Пространственная жесткость здания во многом обеспечивается за счет включения в работу конструкций металлических секций ветрогенераторов и вертикальных связей, установленных на участках вдоль основных координационных осей. Предложенный в проекте новый тип здания ветроэнергоактивного тепличного комплекса обеспечивает компактное размещение всех основных объектов сложного тепличного хозяйства и одновременно в максимальной степени позволяет использовать природно-климатические, географиче-

ские и ландшафтные особенности осваиваемых Дальневосточных территорий.

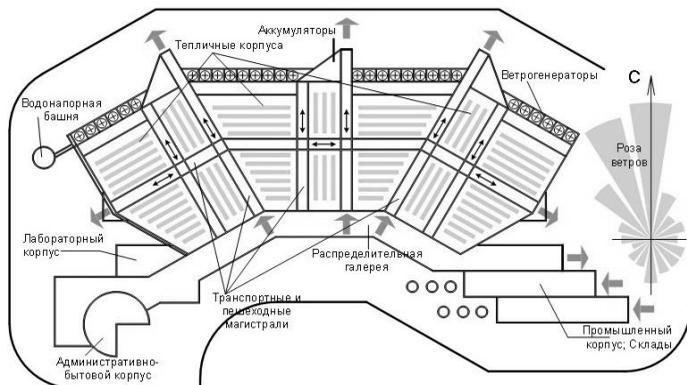


Рис.1 Планировочная схема нового типа здания тепличного комплекса для строительства в районах Дальнего Востока.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Федеральный закон от 2 мая 2016 года № 119-ФЗ «Об особенностях предоставления гражданам земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности и расположенных на территориях субъектов Российской Федерации, входящих в состав Дальневосточного федерального округа» [Электронный ресурс] www.kremlin.ru (2 мая 2016)
2. Программа «Закон о дальневосточном гектаре» [Электронный ресурс] <https://надальнийвосток.рф/>
3. СП131.13330.2012 Строительная климатология.- М.: Госстрой России, 2013.
4. Н.В. Новикова. Архитектура предприятий агропромышленного комплекса. Учебное пособие.- М.: Издательство Архитектура-С.2008
5. СП 107.13330.2012 Теплицы и парники. Актуализированная редакция СНиП 2.10.04-85 (с Изменением N 1), 2013
6. Беляев В.С., Граник Ю.Г., Матросов Ю.А. Энергоэффективность и теплозащита зданий. Учебное пособие.- М.: Издательство АСВ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЪЁМНО-БЛОЧНОЙ КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНОГО ЖИЛЬЯ ДЛЯ МОЛОДЁЖИ

Проблема нехватки жилья – одна из важнейших в современном мире. С каждым годом все большее количество людей нужно обеспечить крышей над головой. Проектирование социального жилья стало одним из ведущих направлений в архитектуре.

Во всех странах мира архитекторы пытаются улучшить жилищную ситуацию. Ведется поиск архитектурно-художественных, технических, инженерно-строительных путей решения проблемы.

Чаще всего, говоря о социальном жилье, подразумевают дома дешевые и не очень качественные. Такие проекты действительно должны стоить меньше и затрачивать меньше средств при эксплуатации, но так же должны быть долговечными, прочными и удобными.

Какие же приемы используют архитекторы при проектировании социальной архитектуры? В данной статье предлагается подробнее рассмотреть использование объемно-блочной системы в проектировании социального жилья для молодежи.

Удачным примером использования объемных блоков является общежитие Urban Rigger, разработанное бюро BIG. Идея проекта возникла как попытка решить проблему с большим наплывом студентов не только в Копенгаген, но и в принципе в европейские города.

Для строительства были использованы транспортные контейнеры, полностью изготовленные из стали Corten. Они долговечны, и их сборка создает прочную конструкцию. Так как Urban Rigger располагается на воде недалеко от портов, они также удобны в транспортировке. Общежитие состоит из шести контейнеров, составленных в 2 треугольника, расположенных друг над другом. В центре, между ними, располагается внутренний дворик. Каждый блок рассчитан на 2 человека и включает спальню, ванную комнату и кухню. На общем пространстве размещены зеленый двор, площадка для барбекю, а также общая терраса. Ниже уровня моря находится понтон (подвал), состоящий из складских помещений, технического помещения и прачечной.

Для обеспечения энергией на крыше одного из контейнеров были размещены солнечные батареи. Для плавучего жилья было естественным решением использовать окружающую воду, нагреваемую тепловым насосом, в качестве источника отопления. Всё вышеперечисленное вместе с небольшой стоимостью контейнеров для строительства, позво-

лило студентам снимать комнату за 600 евро в месяц, тогда как стоимость аренды обычного жилья начинается с 1000 евро.



Рис.1. Общежитие Urban Rigger

Бьярке Ингельс разработал Urban Rigger с использованием соединений, обеспечивающих гибкость в сборке элементов. Так что блоки могут быть легко собраны в плавающие многоквартирные дома разного размера по мере необходимости. Планируется создать множество таких плавучих общежитий в нескольких странах.

Еще один проект, показывающий целесообразность применения блоков, это Y-Cube, представляющий собой так называемый конструктор из легко возводимых жилых ячеек. Проект был разработан английским архитектором Ричардом Роджерсом из Rogers Stirk Harbour+Partners.

Блоки изготавливаются на фабрике, наполняются оборудованием, встроенными элементами интерьера и привозятся в готовом виде на участок. Площадь квартиры 26 м² и рассчитана она на одного человека. В боксе находится гостиная с кухонным уголком, спальня и совмещенный санузел.

Для сборки одной ячейки нужна неделя, столько же для транспортировки и монтажа; здание, состоящее из 36 ячеек, было возведено за пять месяцев.

Методика сборки и доставки на место модулей снижает стоимость реализации. Арендная плата (130-150 фунтов) в таком доме составляет 65% от рыночной. Идея Y:Cube в том, чтобы создать «стартовую площадку» для молодых людей, часто не имеющих крова и средств для съема обычного жилья. Поэтому аренда квартир ограничена пятилетним сроком.



Рис 2. Сборка жилого комплекса Y:Cube

Блоки состыковываются по горизонтали и вертикали, легко подключаются к коммуникациям. Вариативность блокировки позволяет строить здание на участке любой конфигурации и сложности.

Таким образом, становится очевидным, что объемно-блочную конструктивную систему выгодно использовать в социальном строительстве. Она хорошо подходит для молодёжи, которая не имеет больших запросов и не нуждается в большой площади жилья. Обеспечивается так необходимая низкая арендная плата. Также важный плюс рассматриваемой системы это быстрота возведения. Благодаря этому можно расселить большое количество людей в кратчайшие сроки.

Конечно, у данного подхода к проектированию имеются и недостатки. Например, невозможность создать сложные планировочные решения, т.к. решение должно быть типизированным, для того, чтобы создавать объёмные блоки на заводе или использовать уже существующие, как в общежитии Urban Rigger. Стоит обратить внимание и на довольно узкий диапазон использования, ограничение по климату. Например, в центральной России, в частности в Москве, было бы крайне затруднительно использовать транспортные контейнеры для строительства. Из-за низких температур на отопление такого общежития уходило бы слишком много энергии, что невыгодно для съёмщиков жилья. В данной ситуации целесообразным кажется возведение сборного жилья из утепленных блок-контейнеров для рабочих, распространенных в России. Встает задача превратить внешне непривлекательные блоки в эстетичную, заслуживающую внимания архитектуру. Социальная архитектура перестала быть скучной и однообразной. Архитекторы предлагают множество интересных проектов. У них имеется одна общая черта: они все выполняют важную социальную функцию, а именно организацию комфортного пространства для проживания людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ровнова Е.Н.* Очень сборное жильё, 2015.
2. Архитектура с социальным смыслом. Дискуссия Алехандро Аравены и Кирилла Асса, 2015.
3. *Y-Jean Mun-Delsalle.* Denmark's Urban Rigger And BIG Architects Revolutionize Student Housing By Floating It On The Water, 2017.
4. Официальный сайт Urban Rigger <http://www.urbanrigger.com>
5. Официальный сайт Y:Cube <https://www.rsh-p.com/projects/ycube>

НОВЫЙ МУЗЕЙ АКРОПОЛЯ В АФИНАХ

Первый (старый) музей был построен в конце 19 века в восточной части Акрополя. Однако, он был мал и не соответствовал современным требованиям хранения экспонатов. Британское правительство не соглашалось вернуть вывезенные из Греции мраморные скульптуры, если не будут обеспечены должные условия их хранения[1]. Поэтому главными задачами при проектировании нового здания музея были:

- вместить найденные на Акрополе и его окрестностях шедевры, охватывающие микенскую, античную и раннехристианскую эпохи;
- создать все необходимые условия для их хранения и размещения;
- обеспечить доступность и комфортабельность посетителям музея.

Первый, внутренний конкурс на новое здание музея Акрополя был проведен в 1976 году, однако он не увенчался успехом, был объявлен повторно, но опять не достиг результата. Проблема была в непригодности участка для строительства. В 1989 году было объявлено проведение третьего, теперь международного конкурса и предложено три земельных участка для размещения музея. Победителями конкурса стали итальянские архитекторы Манфредо Николетти и Лусио Пасарелли. Однако после начала строительства работы вынужденно прекратились, так как на месте котлована был обнаружен древний город. В 1999 году результаты конкурса были обнулены, начатые работы были прекращены. Четвертый конкурс предусматривал сохранение античного города как памятника археологии[2].

В этом, оказавшемся итоговым конкурсе победили архитекторы Бернар Чуми и Михалис Фотиадис. Основная проблема в их проекте решается поднятием здания над раскопками старого города на 500-х сваях-колоннах. При этом предусмотрена возможность посещения археологического памятника. Квартал Макриянни, в котором размещено здание музея, находится вблизи Парфенона, его облик не нарушает новая постройка из стекла и бетона, которая выглядит современно и в то же время органично.

Музей строился 6 лет и был открыт в 2009 году[3]. Здание музея – трехэтажное, пластическая разработка этажей различна. Стены 1 этажа – мелкаячейстая бетонная сетка, просветы которой иногда остекленные, иногда глухие, имеющие вид маленьких бетонных ниш. Второй этаж целиком, от перекрытия до перекрытия остеклен. Вид его переменчив из-за элементов солнцезащиты с изобразительными свойствами медиа-фасада. Третий этаж выглядит как целиком стеклянный объем, повер-

нутый в плане относительно нижних этажей в соответствии с ориентацией Парфенона. Этот этаж значительно меньше остальных, его площадь соответствует габаритам Парфенона. Один из углов верхнего объема эффектной консолью нависает над главным фасадом (рис.1). В музей ведет просторное крыльцо с большим, пластически выразительным козырьком (рис.2).



Рис.1. [4]



Рис.2. [6]

Вид на археологические раскопки открывается с просторного крыльца – частично остекленной рампы входа. Первый этаж музея держится на колоннах над археологическими раскопками.(рис.3) На этом уровне расположены: центральный вестибюль, выставочные площадки, лекционная аудитория и технические помещения[6]. Основная часть экспозиции расположена на втором этаже и антресолях центрального пространства главной лестницы. Особенность верхнего уровня в том, что выполненный в размерах и ориентации Парфенона, он позволяет расположить сохранившиеся детали храма, его мраморные скульптуры, метопы фриза, копируя их подлинное расположение. Одной из задач устройства верхнего уровня являлась попытка собрать воедино фриз Парфенона, части которого в настоящее время экспонируются в разных музеях мира.

Планировочное решение музея предполагает круговое движение посетителей музея. Основной маршрут построен по принципу трехмерной спирали, по которому посетители совершают экскурсию снизу вверх, начиная с археологических раскопок, которые можно рассматривать сквозь стеклянный пол на входе,(рис.4) и далее сквозь экспозиционные залы 1 и 2 этажей перемещаясь к фризу Парфенона в верхней галерее с панорамными видами на город и Акрополь. Напольный мрамор используется в качестве разметки движения: черный цвет обозначает путь следования посетителей, а светло-бежевым декорированы полы выставочных залов.



Рис.3. [7]



Рис.4. [8]

Многие материалы для строительства были созданы по специальным технологиям: стекло имеет особое покрытие, которое мягко фильтрует дневной свет, бетон, как основной материал конструкции и как фон для экспонатов, элементы солнцезащиты, светопрозрачные перекрытия.

Таким образом авторам нового музея удалось по-новому подчеркнуть бесценную значимость всего архитектурного комплекса Афинского Акрополя [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сайт : О Греции URL : tour-greece.com/sights/muzei/5960-pristanishhe-kar...vyj-muzej-akropolya/
2. Сайт :Тур по Греции URL: www.viktoriagrektur.com/музей-акрополя/
- 3.Сайт : Весь мир как на ладони URL: lifeglobe.net/entry/7557
- 4.Сайт:ТрэвлТипс URL: http://traveltipz.ru/trips/attractions/id/777_otzyvy-acropolis-museum-athens-greece/foto
- 5.Сайт : Мир путешествий URL :<http://mirprivet.ru/interesting-europe/otdyh-v-grecii-v-mae.html>
6. Сайт : Наследие греции URL: <http://www.ilovegreece.ru/about-greece/heritage/new-acropolis-museum/the-design-and-construction-of-the-museum>
- 7.Сайт:Греция –Новый музей Акрополя URL:<https://yandex.ru/collections>

СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛИЩА В ЖАРКОМ КЛИМАТЕ (НА ПРИМЕРЕ АВСТРАЛИИ)

Страна-континент – Австралия является одной из стран, имеющих высокий уровень развития в различных областях, в том числе в области строительства и архитектуры. При этом ее опыт мало изучен. Будучи сильно удаленной от основных мест наиболее быстрого развития человеческой цивилизации, она сохранила самобытность своей уникальной географии, при этом идет в ногу со временем во всех его самых передовых технологических и информационных устремлениях.

Современная архитектура Австралии целиком основана на европейских стилевых традициях, дополняя современные тенденции индивидуальным подходом при проектировании в сложных климатических условиях. И хотя условия эти не так просты, именно они дают почву для проявления ярких индивидуальных планировочных приемов и формирования своих особенных норм проектирования.

Инсоляция, естественная освещенность, температурно-влажностный и ветровой режимы накладывают свой отпечаток на объемно-пространственные, планировочные и конструктивные решения зданий, особенно жилых многоэтажных.

Наиболее сложным климатическим явлением в жаркой среде являются высокие температуры и штилевое состояние воздуха. Поэтому планировочные приемы решения многоэтажных жилых домов направлены на преодоление перегрева и застоя воздуха в здании.

Одним из эффективных приемов борьбы с перегревом помещений являются солнцезащитные устройства - конструктивные средства защиты зданий и сооружений от неблагоприятного действия инсоляции.

Таковыми устройствами являются горизонтальные козырьки и вертикальные экраны (сплошные и решетчатые); сотовые устройства, решетки; теплопоглощающие и светорассеивающие стекла и стеклопластики. Регулируемые устройства: поворачивающиеся подъемные и раздвижные козырьки, жалюзи, маркизы, шторы; открывающиеся фрамуги из термолюкса и других солнцезащитных стекол. Солнцезащитные устройства обычно применяются в сочетании с архитектурно-планировочными средствами солнцезащиты: рациональной ориентацией зданий относительно сторон света, светлой окраской ограждающих конструкций. Затеняя оконные проемы (а

иногда и стены), они ограничивают поступление тепла от солнечной радиации в помещения и защищают людей от прямых солнечных лучей. Кроме того, они снижают затраты на устройство и эксплуатацию вентиляционных установок.

Ярким примером использования солнцезащитных устройств является комплекс Day Street Apartments в Сиднее. Данное здание имеет целую систему механических жалюзи, где каждый проживающий может настраивать их под свои предпочтения.

Для жилища жаркого климата непосредственная связь с внешней средой является одним из самых важных средств повышения его функционально-эксплуатационных и санитарно-гигиенических качеств.

Именно лоджии, балконы и террасы выполняют функцию связи с внешней средой. На них будет приходиться основной удар солнечной радиации и высоких температур, тогда как основной объем жилых помещений углубляется, оставаясь в тени. Дополнительным плюсом такого подхода является то, что с помощью балконов и лоджий можно добиться хорошей циркуляции воздуха в помещениях. Хорошим приме-



Рис.1. Day Street Apartments в Сиднее



Рис. 2. Здание The Breeze Mooloolaba в Саншайн Косте
ром такого подхода служит здание The Breeze Mooloolaba в городе

Саншайн Кост, развитые балконы которого не только создают хороший затеняющий эффект, но также создают интересный ритм на фасаде.

Как говорилось ранее, правильной ориентацией здания можно добиться значительной солнцезащиты. Стоит также отметить, что правильной ориентацией при проектировании можно добиться хорошей аэрации помещений. Жилой комплекс Air Apartments является хорошим примером со сквозной аэрацией помещений, а также похожей с Day Street Apartments системой солнцезащитных экранов, регулируемых жильцами на свое усмотрение.

В архитектурно-планировочной практике Австралии также наблюдается еще одна интересная деталь. При проектировании ваннных комнат в жилых квартирах делается упор в сторону душевых, и лишь в редчайших случаях место под ванную вообще предусматривается. Вероятно, это еще устойчивая тенденция в проектировании, проявившаяся вследствие особых климатических условий.

Исходя из всех факторов, влияющих на современную архитектуру, опыт Австралии доказывает, что жаркий климат предоставляет невероятный простор для объемно-пространственных решений, который является источником новых идей и форм для создания максимально комфортной среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Солодилова Л.А., Трухачева Г.А.* Многофункциональный жилой комплекс: Учебное пособие, - М.: Издательство АСВ, 2009.
2. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-181-4/160.htm>
3. <https://www.archdaily.com/805001/breeze-mooloolaba-tony-owen-partners>
4. <https://www.archdaily.com/876597/day-street-apartments-tzannes-plus-loftex>

ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛУЖКОВСКОЙ ЭКЛЕКТИКИ В МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ МОСКВЫ

Различные исторические периоды накладывают свой отпечаток на жизнь городов, формируют их архитектурный облик. За многие годы и в Москве сложился индивидуальный стиль, появились знаковые постройки, характерные силуэты. Многоэтажные жилые комплексы 1992-2010 годов, выполненные в стиле «лужковской эклектики», являются ярким тому подтверждением. Их силуэт гармонично вписывается в исторически сложившийся облик города, а они сами являются доминантами своего местоположения и отлично просматриваются с крупных магистралей. Стиль этих жилых комплексов также умело подыгрывает московскому историзму – в оформлении можно увидеть огромное количество декоративных элементов, заимствованных из классической ордерной системы (стены и карнизы, щедро украшенные различных форм лепниной, колонны и пилястры, аркады). Популярны отсылки к сталинской архитектуре – бежево-коричневая гамма, эркеры, ротонды (ЖК «Северная звезда», 2006 г.) Это имитации престижа сталинских домов с жильцами – генералами и научными работниками. Прослеживается неожиданная и довольно стилистически подходящая Москве деталь – окончания в виде надстроенных пирамидальных башенок («Эдельвейс» 2003 г., «Триумф Палас» 2006 г., «Редан» 2000 г., «Имперский дом» 2010г., «Золотые ключи», 2003г.), завершения карнизов в виде остроконечных наверхий («Алые паруса» 2016 г.).

Отчетливо прослеживается эклектичность, заключенная в деталях. В то же время комплексы прекрасно совмещают свой исторический облик с современными тенденциями (панорамное остекление и современные стеклопакеты, новые материалы в отделке, яркие акценты). Эти жилые комплексы пытаются адаптировать исторические стили для функций современного города.

Все комплексы являются элитными. Даже от их названий веет некой помпезностью и гордостью. (Все перечисленные выше, а также: «Северная звезда», «Новая звезда», «Маршал», «Дворянское гнездо»). Стоит также отметить, что такие факторы, как: конструктивное решение таких построек (монолитные внутренние



Рис. 1 ЖК «Эдельвейс». Вид с Можайского шоссе

и наружные ж/б стены и перекрытия), выгодное расположение на территории района, развитая инфраструктура (в основном располагается в первых этажах), площади помещений, которые значительно больше стандартных, вариативность планировки, соответствие различным санитарным нормам и правилам (инсоляция, аэрация и т.д.) делают квартиру в этом доме довольно дорогим удовольствием, но зато такие комплексы олицетворяют образ профессорской квартиры в сталинском доме, обращаются к «историческим корням», дают жильцам почувствовать себя почти внуками академика.



Рис. 2 ЖК «Редан».

Высшей степенью «элитности» для бизнес-класса остаётся многоэтажность. Возможно, это сугубо московская черта, ведь высотки всегда считались символом столицы, а жить в здании, которое видно отовсюду – лучше, чем в любом другом элитном малоэтажном квартале. Хотелось бы отметить, что главными в Москве районами размещения таких жилых комплексов являются Щукино и Сокол. Также в районе Фили-Давыдково располагаются ЖК «Эдельвейс» и ЖК «Золотые ключи», которые составляют интересную с градостроительной точки зрения линию с одной из сталинских высоток – МГУ. Рассмотренная тема всегда вызывает споры о том, нужны ли вообще Москве такие комплексы, насколько оправдано и красиво их подражание различным архитектурным стилям. Особые дискуссии вызывают, конечно, башенки. Кто-то считает их образцом безвкусицы, а кто-то смотрит на них с восхищением. В любом случае нам достались уникальные по своей оригинальности и непохожести здания, которые, безусловно, имеют важное градостроительное значение и соответствуют общему силуэтному характеру столицы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шамаева Т.В.* Функционально-планировочные решения квартир повышенного комфорта в коммерческих многоквартирных жилых домах (на примере Москвы).- автореф. дис. на соискание ученой степени кандидата архитектуры: Москва, 2007.

2. *Мельникова И.Б.* Новые средства выразительности многоэтажных многосекционных жилых зданий, «Научное обозрение», №20, 2015, с.86-89.

СЕКЦИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

*Студентка 4 курса 24 группы ИСА **Беляева Ю.С.***

*Студентка 4 курса 26 группы ИСА **Суханова К.Г.***

*Научный руководитель – ст. преп. **Сорокоумова Т.В.***

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ МИМИКРИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УРБОСРЕДЫ

Сегодня в мире есть необходимость сближения человека с природой, поэтому в мировой практике наблюдается тенденция заимствования сложных концептуальных форм из окружающей среды.

В течение всего времени познания человеком процесса строительства происходило осознание того, что самые совершенные формы созданы окружающим нас миром. Применение свойств, функций и структур живой природы в архитектуре получило название «бионика». Как раздел «бионики» «мимикрия» является неотъемлемой частью современного строительства. Сам термин подразумевает подражание, а в частности влияние природных форм на формирование архитектуры зданий и городского пространства.

На данный момент градостроительное развитие города нуждается в новых проектных решениях под «живую» городскую среду. Поэтому специалисты все больше ориентируются на объекты и формы биосферы, внедряя их в городское пространство. В своем исследовании мы хотим проанализировать такое явление, как градостроительная мимикрия.

Рассмотрим объекты градостроительной мимикрии.



Namba parks в Японии. Расположенный на крыше торгового центра парк, является оазисом в городе. Комплекс имитирует в себе органично сочетающиеся природные формы, такие как террасы-сады, каньон, водопады и пруды.

Рис. 1. Namba parks



Творческий центр в Резекне. Комплекс зданий состоит из множества наклонных плоскостей и конфигураций с триангулированной озелененной крышей, такой вид мимикрии гармонично вписывается в окружающий ландшафт.

Рис.2. Творческий центр в Резекне



Парк «Зарядье» в Москве. Холмистый рельеф парка образуется за счет взаимодействия зданий с искусственным природным ландшафтом. Парк имитирует в себе множество природных форм: холмы, леса, террасы, ледяные пещеры.

Рис.3. Парк «Зарядье» в Москве



«Supertree Grove» в Сингапуре. Расположенные в тропическом парке сооружения выполняют множество функций для его жизнедеятельности. Вся конструкция имитирует структуру дерева, полностью вписывающегося в органику парка.

Рис.4. «Деревья-электростанции» в Сингапуре

Рассмотренные примеры иллюстрируют внедрение мимикрии в градостроительство конструктивные аналоги, закономерности формообразования, принципы работы и законы развития живых структур.

По анализу данных объектов можно выявить критерии формирования градостроительной мимикрии.

Название	Функциональная принадлежность	Общая характеристика	Примененные природные формы
Namba parks в Японии	Отдых, развлечение, досуг	Экономия городского пространства, он совмещает в себе среду для отдыха и досуга, а также имеет частные садово-огородные участки	Террасы, каньон, водопады и пруды
Творческий центр в Резекне.	Развивающийся центр, досуг, культурный отдых	Компактность расположения многофункциональных зданий, идеально вписанных в окружающий ландшафт	Холмы Шотландии
Парк «Зарядье»	Развивающийся центр,	Место культурного отдыха, включающий в	Ледяной грот,

в Москве.	досуг, культурный отдых	себя отель, вместительная парковка, досуговые объекты, развивающий центр	террасы, ландшафтны е зоны тундра, степь , лес и болото
«Supertree Grove» в Сингапуре.	Досуг, развлечение, эстетический вид	Выполняет функцию смотровых башен с кафе, является накопителем энергии, служит емкостями для сбора воды, производит вентиляцию ботанического сада	Баобаб

Рассмотрев данные проекты можно оценить их значимость в современном проектировании. «Мимикрия» позволяет внедрить в город природу, что очень важно для психофизического состояния современного человека, вынужденного постоянно пребывать в высокоурбанизированной антропогенной среде. По результатам исследования представляется интересным дальнейшее изучение этого вопроса. В частности, выявление психофизического воздействия «мимикрированной» среды на человека и определение основных типологических направлений формирования градостроительной мимикрии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вадимов В.М.* Культурологическая мимикрия как выход в условиях отсутствия собственной поэтики архитектурного стиля.
2. *Колмаков А.В.* Стилевая мимикрия в архитектуре типовой деревянной малоэтажной застройки 1930-1940-х гг. в Свердловской области.
3. *Саркисова И.С., Сарвут Т.О.* Архитектурное проектирование. Учебное пособие/ Ассоциация строительных вузов, 2015.: ил.
4. *Грибер Ю.А., Майна Г.* Градостроительная живопись: анализ американской и европейской традиций.
5. *Трубицына Н.А.* Ветровая защита и биоклиматический комфорт в ландшафтной архитектуре.

БЕСТРАНСПОРТНЫЕ ЗОНЫ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РОССИИ В ГРАНИЦАХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ

В настоящее время вырастает спрос на жильё повышенной комфортности, которое вытесняет жильё эконом-класса. Для повышения спроса на свой продукт застройщики стремятся к организации комфортных жилых и общественных пространств.

Для понимания и формирования качественной городской среды были изучены труды зарубежных учёных [1], в результате обследования жилых районов сформировавшие ряд критериев, которым должны отвечать районы для улучшения качества жизни людей (табл. 1).

Таблица 1

Leads City«Methleys Home Zone»	Manchester «Northmoor Home Zone»
1. Снижение скорости движения по улицам в пределах домашней зоны. 2. Повышение возможности для комфортного и безопасного пребывания детей на свежем воздухе. 3. Повышение активности населения на благоустроенных территориях. 4. Повышение безопасности дорожного движения. 5. Снижение травматизма в результате ДТП для всех участников дорожного движения.	1. Ограничение скорости движения в жилых зонах, 2. Уменьшение дорожного шума. 3. Контроль над нарушениями правил дорожного движения, сокращение транспортных заторов. 4. Повышение пешеходной безопасности, в том числе для детей и маломобильных групп населения. 5. Привлекательный дизайн и структурированность паркинга. 6. Улучшение внешнего вида улиц и городского ландшафта. 7. Улучшение качества уличного освещения для повышения безопасности. 8. Увеличение количества открытых пространств для отдыха и детских площадок.

Автором статьи проведено обследование стандартного жилого микрорайона в Московском регионе, находящимся за пределами МКАД (Мкр. Авиаторов). Ниже представлены причины не соответствия

микрорайона выявленным критериям. Поскольку имеет место массовая застройка жилых территорий подобными кварталами, явление носит общий характер. (таблица 2):

Таблица 2

Критерий	Причина
Повышение возможности для комфортного и безопасного пребывания детей на свежем воздухе.	Повышенный уровень автомобилизации в зоне дворового пространства. Нехватка машиномест в многоуровневых паркингах. Преступность
Повышение уровня активности населения на благоустроенных территориях.	Повышенная этажность, как следствие перенаселенность. Низкий уровень безопасности жилых районов.
Ограничение скорости движения в жилых зонах до минимума, уменьшение дорожного шума.	Повышенный уровень автомобилизации в зоне дворового пространства.
Контроль над нарушениями правил дорожного движения, сокращение транспортных заторов.	Высокий уровень маятниковой миграции населения. Стремление людей к тихому загородному отдыху.
Привлекательный дизайн и структурированность автомобильного паркинга.	Низкий коммерческий интерес застройщика к автомобильному паркингу. Нехватка средств у владельца автомобиля на покупку места в паркинге.

Для решения данных проблем зарубежными исследователями была предложена идея «свободного от машин пространства», в рамках данной статьи назовём его «бестранспортным районом». Это жилой район, с ограничениями на въезд и паркинг личных автомобилей в его пределах. Инфраструктура района создает все возможности для отказа горожан от владения автомобилем, в первую очередь, за счёт высоко развитого общественного транспорта. Возможность въезда обеспечена в случаях доставки тяжёлых грузов и в экстренных ситуациях.

Преимущества «бестранспортных районов»:

- 1) для застройщика – снижение потребности в земельных ресурсах для строительства паркинга, экономия средств на строительство дорог;
- 2) для местных властей – уменьшение количества поездок на личном автомобиле по городу, сокращение нагрузки на городские магистрали, возможность развития плотной застройки, повышение активности населения и стимул для развития общественного транспорта;

3) для жителей- отсутствие автомобилей во дворе, снижение шума, загрязненности территории выхлопными газами, повышение безопасности пешеходного движения, сокращение преступности.

Будет ли такой район пользоваться спросом, среди покупателей жилья? В зарубежной практике существуют такие районы. Ваубан - реконструированная территория. Жители Ваубана, при необходимости, приобретают место в общественных паркингах на окраине города.

По результатам опросов за рубежом 82% жителей могли бы жить в таком районе, а 57% готовы там жить уже сейчас [2].

В Москве был проведён опрос среди потенциальных покупателей квартир. Целевая аудитория - молодые семьи, которые хотят отделиться от родителей, и семьи, планирующие завести детей. Следовательно, среду следует адаптировать именно для данной категории людей. На основе опроса были выявлены требования, предъявляемые покупателем к жилому пространству: близость и доступность общественного транспорта, безопасность, спокойствие за ребёнка, наличие зелёных насаждений, возможность длительных прогулок, социальная инфраструктура.

В России уже существуют проекты жилых территорий с ограничением для въезда транспортных средств на придомовую территорию. Таким примером является ЖК «Римский» в г. Москве. Данный район имеет индивидуальное архитектурное решение, благоустроенные пешеходные зоны разнообразного функционального назначения. Однако, наличие подземного паркинга удорожает проект, а удалённость от станции метро делает отказа от автомобиля затруднительным для жителей.

Предположительно, бестранспортный район станет эффективным особенно в курортных городах, где преобладает малоэтажная застройка. В крупных городах свободная от машин застройка также будет эффективна в районах, обеспеченных хорошим транспортным сообщением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. D. Webster, A. Tilly, A Wheeler, D Nichollas and S. Buttress «Pilot home zone schemes: summary of the schemes».
2. «A guide for developers and planners»- Carfree development.
3. Steve Melia «Potential for Carfree Development in the UK».

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ СОЗДАНИЯ ГОРОДСКИХ КОММУНИКАЦИОННЫХ ПОДЗЕМНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Подземная урбанистика является одним из стратегических направлений устойчивого пространственного развития. Наряду с пространственным аспектом, освоение городского подземного пространства (далее ОГПП) предполагает использование и других сервисов подземного пространства, включая использование геотермальной энергии, подземных вод и геоматериалов (метод «Глубокий город») [1]. Другой тенденцией является рост плановости, обоснованности, системности подходов и реализации проработок (мастер-планы развития подземных территорий городов в Финляндии, Нидерландах, Китае, Сингапуре и др.). Очевидно, что российские города, включая Москву, отстают в масштабах, плановости и, особенно в комплексности ОГПП. Одна из причин этого – недостаточная упорядоченность прокладки городских подземных инженерных сетей, занимающих значительные объемы ценного городского пространства. В результате они требуют многочисленных перекладок при новом строительстве, частых раскопок, затрудняющих движение транспорта, негативно влияют на природную среду при утечках из сетей (загрязнение, активизация опасных геологических процессов и др.). Между тем, именно планомерное развитие и упорядочение инфраструктуры означает достижение уровня устойчивого развития территории города, повышая надежность функционирования всего городского организма. Исправление ситуации, по нашему мнению, может быть связано с более масштабным использованием способа прокладки подземных инженерных сетей различного назначения в совмещенном коммуникационном коллекторе («utilidors», «utility corridors»), что достаточно широко стало применяться в мировой практике. Сети в таком случае защищены от негативного воздействия внешней среды, что продляет срок их эксплуатации и существенно облегчает ее, делая коммуникации более доступными для осмотра и устранения неполадок. Коллектор в свою очередь ограничивает возможное отрицательное влияние сетей на окружающую среду. Немаловажно, что информация о местоположении утилидора объективно становится более доступной. Сложности широкого применения способа прокладки сетей в коммуникационном коллекторе, на наш взгляд, в значительной степени связаны с несовершенством

системы технического нормирования (стандартизации) в данной сфере. Основным национальным документом по стандартизации в рассматриваемой области является Свод правил СП 265.1325800.2016 «Коллекторы коммуникационные. Правила проектирования и строительства». По результатам его анализа могут быть отмечены следующие основные недостатки данного СП:

1. Область применения СП 265 не распространена на этап территориального планирования (на подготовку генерального плана города), что противоречит отмеченному ранее принципу плановости ОГПП. Не изложены достаточные требования и для уровня планировки территории. В итоге в СП 265 отсутствуют основные планировочные требования по расположению утилитаров. Однако за рубежом этому уделяется особое внимание. Например, в Германии, коммуникационные тоннели успешно включаются в планы застройки (Bebauungsplan) с принятием необходимых законодательных документов [2]. В Руководстве по проектированию коммуникационных коридоров в Абу-Даби задана приоритетность размещения различных сетей, описаны стадии проектно-планировочного процесса, введено требование учета контекста окружающего землепользования и застройки, представлены типовые сечения улиц [3]. Попытка использования для данных целей формата схем развития инженерной инфраструктуры, на которые ссылается СП 265 не корректна, так как их подготовка не предусмотрена законодательством.

2. СП 265 не содержит специальных требований по проведению инженерных изысканий для обоснования указанных выше градостроительных проектов. 3. Следует уточнить вопрос о совместимости сетей, размещенных в туннеле. Согласно СП 265, прокладка трубопроводов сжатого воздуха или газопроводов не рассматривается. Однако, например, для условий Мельбурна и других городов Австралии установлено, что такое размещение газопроводов допускается при условии, что они должны быть расположены как можно выше, чтобы в случае их повреждения газ скапливался наверху. Кроме того, в нормативах приведены примеры типовых сечений коллекторов, на которых можно увидеть, что газопроводы могут идти прямо над областью прокладки электрических кабелей [4]. В нормах Китая также предусмотрена прокладка газовых сетей, более того, предложен инновационный вариант совмещения линии метрополитена и коммуникационного тоннеля [5]. Что касается этапа строительства, то в составе ряда нормативных технических документов, требующих актуализации, необходимо шире отразить применение новейших бестраншейных технологий. Например, СН 322–74, регламентирующие метод щитовой проходки, потеряли статус обязательного применения.

Документ был введен еще в 1974 г., но с тех пор данная технология была значительно усовершенствована. Аналогичная ситуация и с ВСН 127–91, которые были введены в 1992 г. Не менее важным фактором, определяющим планирование и строительство всех подземных сооружений, является наличие системы и базы учетных данных о городских инженерных сетях и сооружениях, плана существующих подземных городских коммуникаций и плана их развития. Трехмерная модель подземных коммуникаций и сооружений, на наш взгляд, значительно упростит проектирование и, как следствие, строительство подземных сооружений [6]. Нью-Йорк, Гонконг, Шанхай и другие крупные города имеют или создают свои аналогичные ГИС - системы как базы для управления развитием инфраструктуры. Таким образом, представляется целесообразным разработать специальный Свод правил, который бы распространялся на этап градостроительного проектирования, учитывал специфику и типологию городских условий, а также внести изменения и дополнения в некоторые действующие нормативные технические документы в части уточнения требований о прокладке сетей в проходных коллекторах и о приоритетности применения данного прогрессивного варианта. При ориентации на новейшие строительные технологии и на учет лучших практик это даст импульс комплексному устойчивому пространственному развитию наших городов и повышению качества городской среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Li, H., Parriaux A., et al.* The way to plan a viable Deep City: from economic and institutional aspects // The Joint НКІЕ-НКІР Conference on Planning and Development of Underground Space, 2011, pp.53-60.
2. *Laistner A., Laistner H.* Utility Tunnels – Proven Sustainability Above and Below Ground Proceedings // REAL CORP: RE-MIXING THE CITY – Towards Sustainability and Resilience, 2012.
3. *Abu Dhabi Urban Planning Council* Abu Dhabi Utility Corridors Design Manual, Version 1
4. *IT-036 AS 5488—2013* Classification of Subsurface Utility Information // Standards Australia, 2013
5. *Yang C., Peng F.* Discussion on the Development of Underground Utility Tunnels in China Procedia Engineering, 2016, Vol.165, pp.540-548.

*Студент 4 курса 26 группы ИСА Ганенко С.С.,
Студентка 4 курса 26 группы ИСА Митрошина В.Р.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. О.Ю. Лептюхова*

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В КРУПНЫХ ГОРОДАХ РОССИИ

Как отметил в 2011 г. Премьер-министр В.В. Путин, малоэтажное строительство – один из приоритетов Правительства РФ, имеющий самую серьёзную поддержку, прежде всего финансовую. На сегодняшний день большую часть жилого фонда крупных городов представляет собой высотная застройка эконом класса. Однако по социологическим опросам 82,5% людей предпочло бы жить в малоэтажном доме, а не в многоэтажке.

В данной статье рассматриваются индивидуальные и блокированные жилые дома. Высота домов не превышает трёх этажей. Такое жильё обеспечивает более комфортное проживание и даёт возможность улучшить качество жизни. Тогда почему люди живут в многоэтажках? Каковы текущие тенденции развития малоэтажного строительства в России? Чтобы ответить на первый вопрос обратимся к советской истории. Ввиду некоторых особенностей экономического устройства в стране сформировался особый тип градостроительного освоения территорий. Для массового обеспечения жильём рабочей силы многочисленных индустриальных предприятий, как правило, на периферии городов возводилось дешёвое многоэтажное жильё типовых серий, которое до сих пор эксплуатируется.

К главным достоинствам многоэтажных домов можно отнести:

1. Комплексность многоэтажной застройки с развитой социальной инфраструктурой в шаговой доступности.

2. Организованное транспортное сообщение. Налажена транспортная связь с местами приложения труда, поэтому добраться до работы или общественного центра не доставляет особых проблем.

3. Профессионально организованное содержание и обслуживание жилья, что выливается в низкие коммунальные расходы по сравнению с материальными затратами на аналогичные цели в индивидуальном жилом доме.

Основные преимущества малоэтажных домов состоят в следующем:

1. Экологичность. Массив малоэтажной застройки обладает лучшими характеристиками по озелененности, инсоляции и аэрации, чем массив многоэтажной застройки. Соответственно, этот фактор напрямую влияет на состояние здоровья жителей.

2. Безопасность. Малоэтажные дома более безопасны в чрезвычайных ситуациях, например, во время пожара или землетрясения. Аварии или теракты в многоэтажных домах ввиду скопления людей, могут приводить к их массовой гибели.

3. Психологическая комфортность. Ученые утверждают, что жить ближе к земле естественнее, а проживание на верхних этажах высоток зачастую имеет негативные, в т.ч. психологические последствия [2].

4. Наличие свободной парковки. Ввиду низкой плотности населения в малоэтажной застройке проблем с парковкой у жильцов не возникает. В таких кварталах достаточно простора для того, чтобы не задумываться о покупке дорогостоящего машиноместа.

5. Невысокая стоимость квадратного метра (для индивидуальных домов в среднем – 33,4 тыс. рублей, для блокированных – 29,9 тыс. рублей, а для квартир – 50 тыс. рублей), минимальный состав и упрощенный порядок получения разрешительной документации в соответствии с Градостроительным Кодексом РФ.

6. Правовая ясность. Отсутствие необходимости искать компромисс среди собственников жилья (что особенно проблематично в многоэтажных многоподъездных домах).

Что же мешает строить и покупать жилые малоэтажные дома?

В крупных городах России, таких как Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Екатеринбург, Нижний Новгород и др. из-за высокой стоимости земли в центральных районах городов строительство малоэтажных домов выносится ближе к периферии, где требуются значительные затраты на социальную, инженерную и транспортную инфраструктуру. В результате стоимость сотки земли возрастает (в среднем по России стоимость одной сотки составляет 60 тыс. рублей, однако вблизи крупных городов, например, в Подмоскovie, – от 600 тыс. рублей). Застраиваются малоэтажными домами бывшие дачные территории, которые оказываются не обеспеченными инфраструктурой, что также делает малопривлекательной покупку дома для семьи среднего класса. Кроме того, ипотека на малоэтажное жилье стоит дороже (средние процентные ставки на рынке такого вида кредитования варьируются от 12 до 15%; есть банки, которые дают ипотеку и под 20%). Все вышесказанного определяет основные проблемы, решение которых сделает малоэтажное жилье более доступным и распространенным:

1. Незрелая инфраструктура. В большинстве случаев малоэтажные дома строятся не строительной компанией, а собственными силами, с хаотичной планировочной структурой без объектов обслуживания. Решением является привлечение застройщиков в сферу малоэтажного строительства для формирования комплексной застройки.

2. Высокая стоимость земли и подвода инженерных коммуникаций. Органы местного самоуправления не выполняют должным образом свои обязательства по формированию инженерной, социальной и транспортной инфраструктуры к земельным участкам формирующихся малоэтажных жилых комплексов, что приводит к удорожанию строительства. Это препятствует привлечению строительных компаний. Хороший пример решения данной проблемы можно отметить в Оренбургской области, где за подведение коммуникаций платит местное самоуправление.

3. Высокая процентная ставка по ипотеке. По словам экспертов, связано это с недоверием банков к сегменту малоэтажной недвижимости, поскольку оценить ликвидность еще не построенных индивидуальных домов практически невозможно. Банки обращают повышенное внимание на местоположение и окружение объекта. Наиболее надежными считаются коттеджные поселки, где все дома построены одной строительной компанией. Однако таких застройщиков немного. Заявленная властями приоритетность строительства малоэтажного жилья [4] стала позволять покупателям получить кредиты в рамках господдержки (Госпрограмма «Жилье для Российской семьи»). Так что потенциал для развития ипотеки на малоэтажное жилье в России, определенно, есть. В 2017 г. индивидуальными застройщиками введено 241,1 тыс. жилых домов общей площадью 32,7 млн. кв. м., что составило 102,8% к 2016 году [3]. При этом доля индивидуального домостроения в общей площади завершеного строительством жилья в целом по России составила 41,6% (в 2010 г. – 30%). Таким образом, наблюдается тенденция к росту малоэтажного домостроения, решение же вышеназванных проблем повысит доступность, ускорит рост малоэтажного строительства и приведет к обеспечению населения желаемым комфортным жильем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *А.Е. Суринов*. Россия в цифрах 2017: Крат.стат.сб./Росстат; под общ. ред. А.Е. Суринова - М., 2017 - 511 с.
2. *Е. Натыкина*. Как сказывается жизнь в небоскребе на здоровье? / Е. Натыкина, В. Максимочкин, А. Жигалин, Е. Чурикова // Журнал «Здоровье». – 2013 г.

ОПЫТ РЕОРГАНИЗАЦИИ И ВОВЛЕЧЕНИЕ В ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНОВ ТБО В СТРАНАХ МИРА

На сегодняшний день мы можем наблюдать активный рост городов, в результате чего возникают следующие проблемы: расстояние между мусорными свалками и жилой застройкой уменьшается, возникает дефицит свободного пространства, и жилая застройка все ближе подбирается к территориям мусорных полигонов. А ведь эти территории можно было бы использовать для отдыха населения.

Но полигоны ТБО представляют собой опасность, так как причиняют вред окружающей среде, а также являются загрязнителем почвы, воздуха, грунтовых и поверхностных вод. Таким образом, ликвидация и рекультивация полигонов ТБО вызвана не только дефицитом свободного пространства под строительство, но и требованиями санитарной очистки города. Основной особенностью будет, является проведения комплекса оздоровительных мероприятий по очистке территорий от вредного воздействия и следующее за этим, обустройство парковых зон с площадками для отдыха, развлечений и занятий спортом.

На сегодняшний день рекультивацию и превращение в зеленую зону ждет полигон твердых бытовых отходов «Кучино» (рис. 1) – такого его официальное название (далее - ТБО «Кучино»). Этот полигон появился в 1964 году в отработанном глиняном карьере. Сюда со всего Подмосковья и частично из Москвы вывозили бытовые отходы. Полигон представляет собой плато, состоящее из спрессованного мусора, высотой метров 60 и площадью 50 га. и расположен в непосредственной близости от жилой застройки. К северу и северо-западу от полигона расположен мкр. Салтыковка, к востоку и юго-востоку от полигона расположена деревня Фенино; на расстоянии 500 м расположены деревня Павлино и мкр. Павлино. Северо-восточнее полигона расположен мкр. Южное Кучино городского округа Балашиха.



Рис. 1. Полигон ТБО «Кучино»

Уменьшить нанесенный экологический ущерб, за долгие годы, компонентам окружающей среды полигоном «Кучино», будет достигаться путем рекультивации полигона, сбора и очистки образующихся сточных вод (фильтрата) и сбора обезвреживания (очистка) и утилизации биогаза (активная дегазация). Направление рекультивации – рекреационное-это создание на нарушенных землях культурно-оздоровительных комплексов, спортивных сооружений и лесопарковых зон отдыха с включением декоративных культур.

Подготовка территорий на бывших полигонных землях является сложным и трудоемким процессом, требующим разработки специальных проектов по инженерной подготовке.

Одним из примеров проведённой рекультивации и последующим обустройством парковой зоны стал парк «Kumparepuisto» в городе Котка в Финляндии. Данный парк, площадью 6 га, некогда был мусорным полигоном. После проведения ряда работ по благоустройству, были созданы комфортные условия для отдыха в любое время года и для любого поколения. Благодаря проведенным работам по формированию ландшафта свалку удалось превратить в благоустроенный парк.

В городе Тель-Авив (Израиль), в 2007 году, был образован парк «Ариэля Шарона» (рис. 2). Данный парк является одним из крупнейших проектов восстановления окружающей среды в мире. Уникальность в том, что этот участок земли, часть которого на протяжении десятилетий загрязнялась и игнорировалась, превратился в процветающий столичный парк. Парк «Ариэль Шарон» занимает площадь около 800 га. Этот парк находился в регионе сосредоточения деловой и культурной жизни. На его месте была огромная свалка, изначально это была территория с покатыми склонами и зоной затопления в центре. В связи с этим возникла опасность обрушения гор мусора. И тогда архитекторы спланировали систему технических каналов, отводивших лишнюю воду, и создали террасу предотвращающих обрушение. В результате проведенных работ, на вершине свалки образовалась долина. При этом не было кардинальных изменений. Поэтому не потребовалось больших инвестиций в проект.



Рис. 2. Парк «Ариэля Шарона» в г. Тель-Авив, Израиль

Парк открыт для широкой публики и имеет сеть пешеходных троп и велосипедных дорожек на открытых площадках, вдоль берегов рек и через тенистые рощи, а также зоны для отдыха и развлечений.

В крайне опасный объект превратилась река Толка, г.Дублин, Ирландия. Ее берега были местом свалки – рассадник заразы, токсинов и дурного запаха. Но со временем свалку расчистили, а для отчистки реки, по ее берегам, высадили растения. Сейчас долина реки Толки, огромный парк, с палисадниками, полями для гольфа и футбола и с заповедниками дикой природы, протяженностью во весь город.

Таким образом, рекультивация полигона «Кучино» сложная, но полезная процедура. На данный момент есть предложение, после проведенной рекультивации, построить многофункциональный парк, на территории которого можно разместить площадки для отдыха, велосипедные дорожки, детские и спортивные площадки, где можно будет организовать спортивные мероприятия и просто приятно провести время, а в зимний период времени обустроить лыжную и санную трассы.



Рис. 3. Рекультивация полигона ТБО «Кучино»

Наша задача направлена на оздоровление и восстановление данных территорий, на создание комфортных условий для проживания и отдыха населения. Ведь парки не только служат местами притяжения населения, они связывают большие города с окружающей средой, улучшают экологическую составляющую.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Теодоронский В.С., Сабо Е.Д., Фролова В.А* «Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры. Издательский центр «Академия»

Студент 4 курса 24 группы ИСА Комендантов Я.О.

*Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, ст. научн. сотр.,
А.С. Маршалкович*

РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В РАЗНЫХ СТРАНАХ МИРА

В настоящее время такая проблема, как утилизация твердых коммунальных отходов (ТКБО) является весьма актуальной во всем мире, но в России.

Особенностью России по отношению к зарубежным странам является большое количество муниципальных отходов (примерно 97%), свозимых на свалки. Коэффициент применения отходов, как вторичного сырья в 2,4 раза меньше, чем за рубежом, а большинство ТКБО совсем не обрабатывается. Также недостаточно внимания уделяется переработке отходов ТЭС (шлаки, золы), переработке фосфогипса, старых шин, полимеров, фильтратов очистных сооружений и др.

Существуют следующие способы утилизации и вторичной переработки вторсырья: сжигание в целях извлечения энергии; термическое разложение (преимущественно пиролиз); брикетирование и вторичная переработка.

Сжигать отходы на МСЗ нерентабельно, так как этому должна предшествовать сортировка мусора. Также теряются ценные химические вещества и загрязняется природная среда.

Термическая деструкция, представляет собой преобразование вторично перерабатываемого сырья на молекулы и атомы. Здесь важная роль принадлежит пиролизу, в результате которого получают полезные продукты. Низкотемпературный пиролиз - 600°C. Образуются преимущественно жидкие вещества, а если температура превышает 600°C – газообразные.

Брикетирование ТКБО – относительно новый способ в сфере утилизации ТБО. Брикеты, представляются одними из самых экономичных методов упаковки; уплотнение приводит к уменьшению объема, что является плюсом при хранении и перевозке. Помимо этого, брикетирование приводит к уменьшению объема отходов за счет предшествующей сортировки ТБО. Сортируется также вторичное сырьё (бумажно-картонные изделия, текстильные изделия, стекло, металлы).

Вторичная переработка признана одним из самых эффективных способов переработки ТКБО. Повторное использование позволяет возвращать часть ресурсов в производственный цикл, благодаря специальной обработке. За рубежом есть возможность перерабатывать

полимерные отходы в новые материалы. Например, в США даже существует программа по переработке ПЭТ, в связи с большим количеством такого рода отходов. Она включает четыре этапа: прием отходов; отсортировка принятого сырья; переработка в сырье или готовые изделия; реализация полученного продукта. В комплексе также создаются пункты раздельного приема мусора, тратятся средства на рекламу и обучение людей, работа бесплатных горячих линий и публикация данных о сборе и утилизации. В некоторых штатах местное правительство даже устанавливает определенную норму мусора, подлежащего к сдаче за определенный период времени. В Германии хорошо работает дуальная система, подразумевающая переработку получаемых отходов самими производителями. Всё подлежащее переработке, маркируется «зеленой точкой» (Der Grun Punkt). Этим знаком отмечаются изделия, которые можно повторно использовать. Чтобы повысить эффективность утилизации, ВПС модифицируют различными добавками: физико-химическими (добавление сажи, термоэластопластов, воска, создание композитных материалов); технологическими (разнообразные режимы переработки); химическими (сшивание пероксидами дикумила, кремнийорганическими жидкостями и пр.); физическими (добавление неорганических веществ: мела, оксидов и др.). В Европе стараются обеспечить разделение отходов уже на этапе сбора единым законом для рационализации системы сбора и вторичной переработки. В мире применяется 2 принципа по переработке отходов строительной индустрии: переработка отходов на месте (стройплощадка); переработка на специальных комплексах.

В первом случае нет возможности применения качественного оборудования для созданий мелкой фракции продуктов переработки, а второй подразумевает транспортные расходы на перевозку отходов, что компенсируется высокой мощностью и качеством переработки специального оборудования, где есть возможность дополнительной сортировки и более глубокой обработки. В Берлине - около 20 крупных перерабатывающих комплексов. Каждый такой комплекс включает в себя участок поступления отходов, для разделки больших плит, до размера, подходящих для дробилки, участок обработанного материала и участок сортировки (магнит, бункер для дробления, выдувания легких материалов, как бумага и ПЭТ). Затем готовые к повторному использованию фракции разделяются по плотности и веществу и складываются в бункерах.

Швеция лидирует в Европе по количеству перерабатываемых отходов (80%); при этом ~ 18% сжигается, а 2% свозится на полигоны, В Швеции работает системы депозитов, когда стоимость утилизации включается в стоимость продукта, где можно сдать использованную

упаковку и возместить себе часть затрат на их покупку. Сдача пивной бутылки возместит 0,5 кроны, а пластиковой – 4. Сдача же бытовой техники или автомобиля становится еще выгоднее. Для контроля действий по вывозу и утилизации мусора, которые могут нанести ущерб городской среде, введены весьма большие штрафы. Предприятия оснащены сенсорами, что дает возможность контролировать ПДК загрязняющих веществ, данные поступают в государственные органы контроля и надзора. Территория Японии не позволяет использовать полигоны ТКБО, что определило 45% вторично перерабатываемого сырья от всех отходов и сжигание 37%, а на полигон вывозится не более 18%. В данной стране существует закон о рециклинге отходов уже с 1995 г., который гласит о том, что каждый житель обязан выбрасывать мусор в соответствующие контейнеры и даже в строго определенное время, после чего городские службы осуществляют вывоз, а производители производят переработку. Это привело к тому, что Япония в числе наиболее чистых стран мира. Утилизация мусора здесь – это налаженный процесс, связывающий потребителей, государство и бизнес. Таким образом, переработка вторсырья - самое рентабельное решение, потому что является не только наиболее экологически полезным, но и сокращает потребление ресурсов. Лидеры в сфере вторичной переработки отходов - Швеция и Япония. Поэтому на первоначальном этапе Россия должна начать перенимать опыт этих стран, чтобы через несколько десятилетий не погрязнуть в мусоре.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Отходы в России: мусор или ценный ресурс // <http://tpprf.ru/download.php> [Электронный ресурс].
2. Public Disclosure Authorized. A Global Review of Solid Waste Management // *What A Waste*, March 2012, No. 15 – 100 с.
3. A. Smith, K. Brown, S. Ogilvie, K. Rushton, J. Bates. Final report to the European Commission, DG Environment. // *Waste Management Options and Climate Change*. July 2001. 224 p.
4. Different Types of Waste Disposal Systems Explained RRL // <https://www.doityourself.com/stry/5-different-types-of-waste-disposal-systems-explained> [Электронный ресурс].

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ

Людской поток - один из функциональных процессов, формирующих, в первую очередь, сеть пешеходных коммуникаций на территории поселения. Уровень пешеходной активности является одним из главных показателей жизнеспособности города. Существует прямая связь между уровнем экономического развития города, безопасностью и удобством передвижения пешеходов.

Углубленное понимание изменения пешеходных потоков в городе в течение времени необходимо градостроителям для разработки инструментов и методов проектирования городских пространств, основанных на количественных показателях. Это особенно важно в зонах с высокой плотностью пешеходных потоков, например, таких как транспортно-пересадочные узлы, пространства с высокой плотностью застройки и объектами массового притяжения, формирующие неравномерные пешеходные потоки.

Имитационное моделирование массовых перемещений людей позволяет сформировать сбор статистических данных о пешеходных потоках и визуализировать их в виде карт плотности распределения пешеходов.

Процесс разработки имитационной модели состоит из двух этапов: натурное обследование и работа с программным комплексом моделирования пешеходных потоков. Входные данные получают путем натурального обследования. Натурное обследование всего города представляет собой затратный по времени и финансам процесс, точность такого метода невысока, данные быстро теряют свою актуальность. В связи, с чем возникает потребность в автоматизации всего процесса моделирования людских потоков.

В рамках транспортной стратегии развития в городе Мельбурн поставлена задача создать комфортную и безопасную пешеходную среду. С 2009 года применяется автоматизированная система мониторинга движения пешеходов. Система состоит из датчиков, установленных на территории города в местах наиболее интенсивного движения пешеходов. Датчик устанавливается на уличном фонарном столбе и непрерывно регистрирует разнонаправленные движения пешеходов. Полученные данные предоставляются в свободном доступе на специализированном интернет ресурсе. Разработанная система мониторинга людского потока

применялась при реконструкции улицы Суонстон для анализа существующего пешеходного потока.

В г. Москве используются программы для моделирования пешеходных потоков при проектировании некоторых транспортно-пересадочных узлов центрального кольца метрополитена. Однако, отсутствуют автоматические системы мониторинга людских потоков.

Городские власти должны оценивать и реагировать на текущие и прогнозировать будущие потребности населения для формирования безопасной и комфортной городской среды. С помощью системы автоматического мониторинга людских потоков власти города получают возможность в режиме реального времени контролировать суточные передвижения населения, пешеходную активность в городе с течением времени и отслеживать изменения в течение любого временного отрезка. При приближении плотности потока к пределу пропускной способности, а также возникновении мест массового скопления людей, система автоматического мониторинга способна информировать власти города о таком участке. Стратегии градостроительного развития должны быть подготовлены с использованием данных автоматического мониторинга людских потоков на территории города.

Автоматизация процесса мониторинга людских потоков сократит финансовые и временные затраты на проведение анализа существующего положения. Современное программное обеспечение имитационного моделирования позволяет в значительной степени увеличить эффективность проектирования и реконструкции объектов, смоделировав уже на этапе эскизного проектирования планируемые и существующие людские потоки.

Особое внимание следует уделять многоуровневому характеру пешеходной сети. Одним из факторов оценки качества введенного в эксплуатацию здания, сооружения, участков УДС, пешеходной сети должна стать оценка его влияния на людские и транспортные потоки всего города. Моделирование влияния вновь возводимых объектов на существующий людской поток в границах рассматриваемого участка может стать дополнительным пунктом в экспертизе на строительство зданий и сооружений, реконструкцию УДС, установку объектов розничной торговли, летних кафе.

Ключевым фактором оценки эффективности инвестиций в пешеходную инфраструктуру может являться только уровень пешеходной активности на рассматриваемой территории. Автоматизация мониторинга пешеходных потоков позволит выявить пешеходные коммуникации, нуждающиеся реконструкции и установить их очередность.

Картограммы плотности людских потоков не могут находиться в открытом доступе в связи со сложившейся ситуацией возможных терро-

ристических угроз. Тем не менее, статистические данные о плотности потоков могут быть предоставлены с разрешения городских властей заинтересованным лицам после прохождения аутентификации.

Статистические данные о существующих людских потоках могут быть полезны при разработке маркетинговых стратегий, а также при обосновании перспективного размещения бизнеса в зависимости от уровня пешеходного потока. В связи с чем, одним из факторов, определяющим кадастровую стоимость земельного участка, может стать уровень людского потока.

Предотвращение террористических угроз может быть обеспечено путем усиления контроля за местами наибольшего скопления людей, которые в режиме реального времени будут выявлены на основе статистических данных о пешеходной активности.

Эвакуация и безопасное перемещение людей в случае чрезвычайной ситуации должны рассматриваться не только на уровне отдельных зданий и сооружений и их комплексов, но и в масштабах всего города. В автоматическом режиме формируется статистика о влиянии различных факторов, таких как крупные события, включающие массовые скопления или перемещения людей на территории города, или экстремальные погодные условия, на активность пешеходов в городе в сравнении с медианной пешеходной активностью на рассматриваемом участке городской инфраструктуры.

Таким образом, возможность анализировать пешеходную активность в режиме реального времени позволит решать градостроительные задачи повышения качества городской среды, обеспечения комфортности и безопасности движения транспортных и людских потоков, что является залогом устойчивого развития урбанизированных территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система подсчета пешеходов в г. Мельбурн [<http://www.pedestrian.melbourne.vic.gov.au>] = Pedestrian counting system.
2. *Леняхова О.Ю.*, Комплексная оценка потребительского качества пешеходных коммуникаций в городских районах, 2014.

ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Города – живые организмы, дискуссии о пути развития которых не утихают. Предлагаются новые проекты, идеи: от многоуровневых структур до возвращения к идеям Э. Говарда о «городе-саде» [3]. Отдельно стоит упомянуть развитие «умных городов», объединяющих последние достижения научно-технического прогресса (НТП) с городской тканью. [5] Тем не менее, часть концепций уделяет мало внимания взаимодействию человека и города. Уже сегодня можно наблюдать отдаление человека от городской среды. Города, их центры, становятся не уютными, что также находит отклик в растущем процессе субурбанизации. Поэтому проблема несоответствия города человеческим потребностям обостряется.

Город как пространство теряет связь с человеком, его ощущениями и восприятием. Качественные пространства единичны. Человек окружен однообразием. Негативное влияние этого подчеркивали в своих работах различные специалисты. Филин В.А. отмечает ухудшение визуальной среды, насыщенность её гомогенными (обширные гладкие поверхности) и агрессивными (множество повторяющихся элементов) полями. [7] Ильин Е.П. говорит об однообразии впечатлений, бедности сенсорного воздействия на человека как о об одних из причин развития монотонии, скуки, психического пресыщения (отвращения). [2] Исследования Колина Элларда показывают взаимосвязь пространства и состояния человека, характеризуя последнее как негативное при нахождении у матового длинного фасада супермаркета и как энергичное, возбужденное в момент присутствия на небольшой оживленной площади с ресторанами и кафе. [8] Работы Яна Гейла также рассматривают влияние городской среды на человека, его эмоции и чувства, призывая к активной гуманизации среды, к детальной ее проработке. [1]. Яркие примеры реальных последствий данной проблемы можно найти во многих местах. Наибольшая концентрация их приходится на густонаселенные города. Городская ткань расчленяется крупными магистралями (явный приоритет транспорта), пространство вблизи которых невозможно назвать комфортным. Усугубляется всё также жестким функциональным разделением, усиливающим проблемы доступности. Растущая этажность, в особенности жилых территорий, отталкивает от проведения времени в них.

Слабый акцент на влиянии городской среды на психологию и состояние человека приводит к еще большим проблемам: люди отчуждаются друг от друга, растет преступность, появляются своеобразные этнические «гетто». 80-е годы XX века наглядно проиллюстрировали это. Построенный в 1950-х годах жилой комплекс «Пруитт Айгоу» в Сент-Луисе, США, представлял собой эксперимент по созданию массива социального жилья и состоял из 33-х 11-этажных типовых корпусов. Вскоре комплекс стал подобием «гетто» с неконтролируемой преступностью и вандализмом, коммунальные службы и полиция не могли справиться с поддержанием порядка. В 1972-1974 гг. комплекс был снесен. [4]

Приведенный пример показывает, что при создании комфортной рабочей среды требуется слаженная работа специалистов из различных сфер. Команды должны включать архитекторов, градостроителей, психологов, социологов, нейробиологов и др., так как город является заменой природной среды и должен стремиться к её уровню.

Город должен быть открыт для человека и структурирован. Удобно представить его структуру в виде концентрических колец с точки зрения частоты использования человеком определенного пространства (рис. 1). Первый уровень (наибольшее кольцо) подразумевает двор, объединяющий группу домов, далее - несколько групп домов (микрорайон), затем уровень района и уровень общегородских территорий. [4]



Рис. 1. Уровни взаимодействия человека в городской среде

Каждый уровень должен плавно перетекать в другие. Связь уровней должна осуществляться пешими подходами, при помощи велосипедного движения, использование транспорта целесообразно только на последних двух уровнях (с приоритетом на общественный транспорт). Уровни должны обеспечивать людей разнообразием действий, жилые территории должны предлагать рабочие места для своих жителей, обеспечивать их необходимыми услугами (предлагаемые услуги также рассредоточены по уровням в зависимости от частоты использования). Пространства должны быть многофункциональными с большой вариативностью активности. Возводимые объекты следует обогащать большей пластичностью, избегая насыщенности прямыми линиями и острыми углами. Активно стоит использовать озеленение, в местах, где

проблематична высадка деревьев, стоит применять фитоконструкции, их же стоит устанавливать в местах паркования, закрывая тем самым стоящие автомобили и улучшая вид.

Выше перечислена лишь часть принципов для формирования комфортной городской среды будущих городов. Общие же выводы можно определить следующим образом:

- городская среда должна развиваться по пути своей гуманизации, ставя человеческий фактор в приоритет при разработке проектов: территории должны быть многофункциональны и многообразны, помогая тем самым улучшению деятельности и активности человека;

- проектирование новых городских образований и реконструкция существующих должны проводится при участии специалистов из различных сфер (строительство, психология, социология и др.) и опираться на последние достижения НТП для создания действительно устойчивой среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гейл Я.* Города для людей: перевод с англ. / под ред. А. Токтонова. М.: Альпина Паблишер, 2012. 276 с.

2. *Ильин Е.П.* Психофизиология состояний человек. СПб.: Питер, 2005. 412 с.

3. *Матюхин А.А.* Перспективы развития городов в будущем // Новые направления и концепции в современной науке. 2016. с. 6-10

4. *Матюхин А.А.* Принципы комплексного подхода к формированию жилой среды городов [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.scienceforum.ru/2018/2865/2487>

5. *Матюхин А.А.* «Умный» город // Строительство – формирование среды жизнедеятельности. 2017. с. 107-109

6. *Соколов Л.И.* Урбанистика и архитектура городской среды : учебник для студ. учреждений высш. образования / Л.И. Соколов, Е.В. Щербина, Г.А. Малоян [и др.]. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 272 с.

7. *Филин В.А.* Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что – плохо. М.: Видеоэкология, 2006. 509 с.

*Студентка магистратуры 1 года обучения 41 группы ИСА
Паламарчук А.И., студентка 5 курса 26 группы ИСА Приймак А.Е.
Научные руководители - доц., канд. арх. А.В. Попов; ст.преп.
Т.В. Сорокоумова*

ВОПРОСЫ ВОСПРИЯТИЯ ЦВЕТОВОГО РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА В АСПЕКТЕ ИЗМЕНЕНИЯ УСЛОВИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ, АТМОСФЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Качественное колористическое решение при реализации современных архитектурных проектов, является неоспоримым критерием при формировании городской среды. Цветовые решения - это эмоциональная и эстетическая информации об объекте и формирующей его среде. Грамотное владение цветом дает знания о восприятии формы и объемов строения, его роли в создании художественного облика архитектурного пространства района, или города в целом. Выбор цветового решения при формировании проекта здания говорит о его восприятии в итоге реализации и в процессе эксплуатации в различное время суток и при различных погодных условиях. Однако, большое влияние на выбранное цветового решения оказывают привлекательная концептуальная подача, а не реальные условия эксплуатации, которые не учитываются при создании проекта, подборе материала и расчете инсоляционных и других критериев.

Выбор темы обусловлен тем, что реализованные архитектурные проекты часто не соответствуют концепт-проекту, так как в условиях реальной обстановки колористические решения имеют иные модификации. Цвет зависит от различных сопутствующих факторов. Освещения делает один и тот же цвет для восприятия человека совершенно различным, одни цвета при изменении освещенности кажутся более теплыми, другие холодными. Выбор рационального цветового решения проекта следует делать после исследования инсоляционных графиков и влияния естественного и искусственного освещения строительный объект. Комплекс существующих колористических проблем вызывает необходимость изучения различных модификаций цвета, требует осознания цветовой проблематики, выходящей за рамки многих отраслей знания. Роль цвета в повседневной жизни человека многообразна, цвет входит в структуру мышления, является компонентом объемно-пространственного окружения, частью духовной и материальной культуры. Свет позволяет воспринимать объекты трехмерными и делает цвет видимым. В открытом пространстве цвет объектов в значительной степени зависит

от естественного освещения, его направления и интенсивности, а также степени загрязненности атмосферы.

Цветовые характеристики поверхности зависят от того, какая часть лучей источника света будет отражена, а какая поглощена. Солнечный свет, падающий на поверхность прямо, дает глубокую тень, подчеркивая структуру и форму освещаемого объекта. Присутствующий гораздо чаще отраженный, рассеянный свет дает слабую тень, из-за чего форма визуально сплющивается и сливается с окружением. Наилучшее восприятие цвета возможно при среднем положении солнца. Если света в избытке, глаз слепнет и теряет способность различать большое количество оттенков, всё становится блеклым и пожелтевшим, а если света слишком мало, цвета плохо различимы и кажутся размытыми. Вечером первыми темнеют красный и желтый цвета, дольше всего остаются видимыми зеленый и голубой.

Непосредственное влияние на восприятие цветового решения имеет также солнечное освещение. Стена, обращенная к востоку, получает ясный утренний свет. Западная – слегка приглушенный вечерний, красноватого оттенка. Северная стена обычно получает меньше всего света и потому должна быть окрашена в самый светлый тон. Южная стена может быть даже интенсивного, блестящего цвета, т.к., учитывая наиболее яркое освещение, ее визуальное воздействие значительно снижается. В зависимости от искусственного освещения различные цвета воспринимаются по-разному: кажутся тёплыми, или холодными. Будет ли оттенок «играть» или покажется грязным и невзрачным – зависит от материала и цвета покрытия, а также от характера источника искусственного света.

Для исследования были выбраны 5 реализованных проектов - «Белая площадь», Бывшая фабрика «Большевик», ЖК «Садовые кварталы», ЖК «Сколково Парк», ЖК «Красково-Сити», по которым проводился анализ влияния цвета на подачу цвета. Данные занесены в табл.1.

Таблица 1

Цвет при естественном освещении из цветовой палитры Москвы	Цвет тени из цветовой палитры Москвы
Белая площадь	
#DCD1C4	#443726
#838E93	#3A3F48
Бывшая фабрика Большевик	
#AB7356	#6C3225
#5C6670	#102B31
ЖК Садовые кварталы	
#6899A1	#39474E
#709CA2	#2D4342
#8C583C	#5D3720

ЖК Сколково Парк	
#DFD3CA	#6B6363
#917168	#3C3231
ЖК Красково-Сити	
#7F5849	#413029
#C9D0D2	#76746D

***Все вышеуказанные постройки были возведены в Московском регионе, где имеет место быть континентальный климат, ярко выражены 4 сезона, в году в среднем 91 ясный день, 172 облачных и 102 пасмурных дня.

В ходе проделанной работы можно сделать вывод: выбирая цвет фасадных решений, следует учитывать специфику положения архитектурного объекта в пространстве, а также величину цветовой поверхности, ее влияние на восприятие формы и размеров материалов носителей архитектурного объекта.

Для решения проблемы отклонения проектных цветовых решений от действительных в условиях реального антуража, необходим комплексный подход с глубоким анализом рассмотрения принципов цветовой организации архитектурных ансамблей и отдельных зданий. Цвет имеет важное значение в формировании представления об окружающем пространстве, создании благоприятной психологической атмосферы, передаче функционального содержания, эмоционально-эстетического эффекта и привнесении неповторимости архитектурно-художественного облика в духовную и культурную жизнь общества. Из этого следует, что необходимо тщательнее подбирать колористические решения проектов и учитывать реальные условия эксплуатации здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Саркисова И.С., Сарвут Т.О.*/ Архитектурное проектирование. Учебное пособие/ Ассоциация строительных вузов, 2015.: ил.
2. *Агранович-Пономарева, Е.С.* Архитектурная колористика : Практикум: [Учебное пособие для вузов по специальности "Архитектура"] / Е.С. Агранович-Пономарева и А.А. Литвинова . - Минск : Технопринт, 2002. - 121 с.: ил.
3. *Popov A.V.* Ecological Optimization of the Architectural Environment of Higher Education Institutions in Moscow - The Use of Phyto-Metal Structures // Advanced Materials Research (Volumes 869 - 870). ISSN: 1662-8985. 2014. - Switzerland : Trans Tech Publications, - P. 162-166.

ЭЛЕМЕНТЫ САМООБЕСПЕЧЕНИЯ НА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ КРЫШАХ

Повышение отрицательного воздействия на природу, а также нерациональное потребление не возобновляемых или долго возобновляемых материальных и энергетических ресурсов вывели современное строительное производство на новый этап развития, который получил название экологичное («зеленое») строительство. Необходимо заметить, что по праву «зеленым» может считаться здание или сооружение, прошедшее сертификацию по одной из рейтинговых систем оценки. Одной из самых распространённых таких систем в мире является система BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method). Методика рассчитана на оценку всех элементов, как интерьера, так и экстерьера по шкале зеленых стандартов. Одним из главных таких элементов является эксплуатируемая крыша – плоская кровля с установленным на ней специальным покрытием, позволяющим выдерживать большие нагрузки. Самый рациональный способ достижения высокого уровня энергоэффективности это использование эксплуатируемой крыши с элементами самообеспечения, такими как:

- Солнечные батареи. Современные преобразователи могут внешне повторять обычные строительные материалы. При устройстве таких батарей на всей плоскости крыши, можно получить покрытие, которое будет выглядеть лучше традиционной крыши, стоить дешевле, служить дольше и, соответственно, генерировать электричество. Солнечные водонагреватели могут самостоятельно обеспечивать от 30 % до 70 % потребностей в горячей воде, в зависимости от места расположения дома и ожидаемого потребления воды.

- Ветрогенераторы. Стоит отметить, что погодные условия не позволяют использовать крупные ветрогенераторы на эксплуатируемой крыше, а маленькие не могут производить большое количество электроэнергии. Для нормальной работы ветроустановок скорость воздушных потоков не должна в среднем за год падать меньше 4-5 м/с, и в то же время не должна превышать 50 м/с.

- Также стоит отметить такие элементы как резервуары для сбора талой и дождевой воды и устройства, действующие на принципе преобразования биомассы (совокупная масса растительных и животных организмов) в электрическую и тепловую энергию.



Рис. 1. Green Park Blue Planet, Стаффордшир, Великобритания [5].

Первым зданием в мире, получившим отличную оценку BREEAM, стало G.Park Blue Planet, Стаффордшир, Великобритания. Меры по энергоэффективности принимаются повсеместно. Вся разработка будет питаться через установку биомассы, расположенную на одном краю участка, для обеспечения отопления и электричества. Кроме того, фотоэлектрические элементы установлены на одной части крыши, а электрокинетические дорожные плиты устанавливаются на внутренних дорогах для выработки электроэнергии от транспортных средств, въезжающих или покидающих участок. Помимо наличия водосберегающих фитингов, система сбора дождевой воды устанавливается для сбора воды на крыше и повторного использования в здании. Остальная часть воды на крыше и поверхностных вод будет перенаправлена на балансирующие пруды, созданные на месте, что также будет действовать как экологические особенности [5]. Международная практика наглядно демонстрирует, что более активно процесс стимуляции зеленого строительства протекает при внедрении комплекса соответствующих мер на различных уровнях регулирования, таких как определение приоритетных государственных целей в плане достижения высокого уровня энергоэффективности, разработка и модернизация нормативно правовой базы, внедрение добровольных экологических стандартов. Многие передовые страны мира уже имеют опыт по внедрению и осуществлению мер по стимулированию экологического строительства. На их примере, с учетом национального законодательства, Россия также способна разработать комплекс соответствующих мер [3]. Уже в 2010 году Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии была зарегистрирована первая в России национальная система добровольной сертификации объектов недвижимости – «зеленые стандарты». Позднее, в 2012 году, вступил в силу первый «зеленый стандарт» - ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости» [4]. На сегодняшний день, не смотря на большое количество «зеленых стандартов» и большое разнообразие элементов самообеспечения, нет никакой системы сертификации элементов самообеспечения. В технической документации отсутствуют показатели степени экологичности самих элементов. Для вывода этих

показателей необходима большая исследовательская работа, которая требует много сил и средств. Но без такой работы невозможно с уверенностью утверждать, что элементы самообеспечения достаточно экологичны для применения их в «зеленом строительстве». В мире экологическое строительство набирает все большие обороты, так как такое строительство ведет к улучшению среды обитания и жизнедеятельности человека, что необходимо при нынешнем состоянии экологии. Стоит отметить, что многие застройщики заинтересованы в данном типе строительства, так как это все больше привлекает потенциального покупателя и является более привлекательным предложением на рынке недвижимости. На сегодняшний день использование «зеленых стандартов» обладает достаточной популярностью, особой востребованностью обладают эксплуатируемые крыши. Но чаще всего они не окупают себя. Именно поэтому многие затраты необходимо компенсировать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *А.В. Рябов* «Объекты альтернативной энергетики в современной архитектурной среде». – 2010
2. *Бызова Д.О., Янова Р.Ю., Сорокоумова Т.В.* «Проблемы внедрения зеленых стандартов». – 2017
3. *Сотникова К.Н.* «Экспертная система принятия решений для реконструкций зданий с учетом принципов «зеленого строительства» /К.Н. Сотникова, Н.В. Колосова, А.П. Толмачев // Науч. журн. «Инженерные системы и сооружения». – 2012. – №1. – С. 98-105.
4. ГОСТ Р 54694-2012. «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости». – Введ. 2012-08-30. – М. : Стандартиформ, 2012. – 36 с.
5. «Награды BREEAM» // <https://inhabitat.com/> URL: <http://www.worldarchitecturenews.com/project/2009/11318/bre/g-park-blue-planet-in-staffordshire.html> (дата обращения: 10.03.2018).
6. *Popov A.V.* Ecological Optimization of the Architectural Environment of Higher Education Institutions in Moscow - The Use of Phyto-Metal Structures // Advanced Materials Research (Volumes 869 - 870). ISSN: 1662-8985. 2014. - Switzerland : Trans Tech Publications, - P. 162-166.

*Студентка 5 курса 26 группы ИСА Шамгулова А.Р.
Научный руководитель – доц., канд.арх. А.В. Попов, ст.преп.
Т.В. Сорокоумова*

ГОРОДА XXI ВЕКА

Согласно исследованиям проведенным социологами ООН, к 2050 году примерно 70% населения будет жить в городах. Город – это основной двигатель экономики каждой страны мира. Так какими же должны быть города будущего? Каким критериям они должны соответствовать, чтобы обеспечивать благополучие своих граждан? Специалисты дали ответ на этот вопрос. Главные критерии – устойчивость к кризисам и способность подстраиваться под постоянно меняющиеся экономические и социальные условия.

Качество жизни городского населения России и успех развития национальной экономики зависят от устойчивости городов к экономическим, финансовым и демографическим кризисам и другим дестабилизирующим факторам. На международной арене такие организации, как ООН, связывают тему устойчивого развития города с термином «resilient», который дословно переводится как упругий, эластичный. Данное понятие включает в себя следующие критерии: способностью города к смягчению последствий кризисов; способностью города быстро адаптироваться к изменяющимся условиям; возможность изменять подходы к развитию, применяя опыт пройденных кризисов для предупреждения новых.

ООН в 1978 году запустили программу ООН-Хабитат, направленную на развитие населенных пунктов. Их представительство появилось и в Москве в 1989 году и продолжает свою работу по сей день. В 2014 году была разработана новая стратегия планирования устойчивого жилого пространства на основе уже существующих подходов по развитию городов. Основная цель этой стратегии – улучшение городской среды и повышение ценности городской территории. В целом, можно выделить 5 основных принципов стратегии ООН-Хабитат:

1. Простор для улично-дорожной сети. Улицы должны занимать как минимум 30% городской земли и иметь не менее 18 км длины на 1 км² города.
2. Высокая плотность населения города (-15 000 жителей на 1 км²)
3. Смешанное функциональное назначение застройки. Не менее 40% площади зданий должно быть отведено для экономических учреждений

4. Социальное разнообразие. Широкий диапазон типов жилья и цен на них, учитывающий разный уровень дохода населения. Ни один из типов жилья не должен занимать больше половины территории города и 20-50% квартир должно быть доступно для среднего класса.

5. Ограничение специализации землепользования. Под многофункциональные кварталы должно отводиться не более 10% площади района.

Устойчивое развитие городов зависит от критериев развития экономики, городской среды, общественной жизни и структуры управления. Для стабильного развития города большое значение имеет разнообразие индустрий и трудовых ресурсов. Важное место занимает процесс адаптации инфраструктуры под внедрение инновационных технологий. В случае экономического (много подобного в тексте, кризисы разные бывают, нужно везде уточнять какой) кризиса нагрузка перераспределяется между различными отраслями экономики и происходит обмен информацией и технологиями, что в свою очередь повышает эффективность производств и стимулирует инновационную деятельность. *Человеческий капитал* – это один из основных факторов успешного развития города. Если городская среда будет комфортной, то она будет привлекать больше профессиональных кадров. Уровень комфорта и качества среды до недавнего времени определялся так называемыми «отраслевыми» показателями – протяженностью дорог и количеством построенных квадратных метров. Сейчас же, любой житель большого города понимает, что данные индикаторы не показывают уровень комфортности проживания. Поэтому на смену им пришли новые показатели, такие как: время пути до места работы, доступность объектов социального, коммерческого, культурного назначения на повседневной основе, уровень загрузки инженерных и транспортных сооружений. Одной из острых проблем современных городов является их разрастание. Приток населения в мегаполисы, особое внимание к качеству жизни, экологии города и его устойчивому развитию привели к концепции компактного города. Стало понятно, что города не могут разрастаться бесконечно, поскольку это негативно сказывается на уровне жизни в них – увеличивается автомобилизация и как следствие появление заторов на дорогах, ухудшается экология и тд. Компактная городская среда имеет 4 ключевые характеристики: Высокая плотность; Средняя этажность; Смешанное назначение зданий и территорий; Приоритет пеших перемещений и использование общественного транспорта. Согласно исследованиям, чтобы избежать расползания городов, плотность населения должна быть не менее 15 000 жителей на 1 км². Высокая концентрация людей предполагает и высокую плотность застройки. Большее уплотнение дает возможность

четко разграничить урбанизированные и природные территории. При всем при этом зоны с одинаковыми показателями по плотности застройки могут быть совершенно разные объемно-пространственные решения. Компактность определяется соотношением нескольких параметров: размером квартала; соотношением его длины и ширины; площадью застройки; шириной улиц; общей площадью зданий.

В условиях большой плотности застройки рекомендуемая этажность зданий для создания комфортной среды составляет 4-7 этажей. Такая среда считается соразмерной человеку и хорошо им ощущается. Средняя этажность позволяет жителям установить визуальный контакт с открытыми городскими пространствами, дает ощущение безопасности. Рекомендуемое расстояние до улицы составляет примерно 25 метров. Смешанное использование зданий и территорий подразумевает близкое соседство жилья и коммерческих предприятий. В таких условиях жители компактного города могут добираться до работы и объектов обслуживания пешком, на велосипеде или общественном транспорте (но в таком случае поездка не должна занимать больше 40 минут). Высокая плотность населения влечет за собой большую нагрузку на транспортную инфраструктуру. Применяя стратегии эффективного планирования городской среды, мы должны отдавать приоритет перемещению пешком и на общественном транспорте. Для этого следует комфортные условия для каждого вида этих перемещений, включая выделенные полосы, велосипедные дорожки, широкие тротуары и тд. Таким образом, концепция компактного города влечет за собой социальную, экономическую, управленческую и экологическую эффективность. Именно по этим принципам должны развиваться города XXI века, чтобы создать комфортную и благоприятную среду для своих жителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дэниэл Брук*, История городов будущего — М.: Стрелка пресс, 2016. — 365 с.
2. *Родионовская И.С., Попов А.В.* Архитектурная оптимизация среды долговременного жилища при вузах // Жилищное строительство. 2014. №1-2, С. 52-57

СЕКЦИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Студентка магистратуры 1 года обучения 2 группы ИСА Бажина Э.А.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.Н. Малахова*

ИЗМЕНЕНИЕ АРМИРОВАНИЯ ОПЕРТОЙ НА КОЛОННЫ ПЛОСКОЙ МОНОЛИТНОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ ПРИ ВАРЬИРОВАНИИ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Одной из основных задач при проектировании и строительстве промышленных и гражданских зданий и сооружений является максимальная экономия вложенных денежных средств на всех этапах строительства. Для наиболее эффективного определения конструктивных параметров элементов здания необходимо их рассмотрение с точки зрения «рационального проектирования». При «рациональном проектировании» речь идет о некоторой приближенной процедуре, основанной на анализе множества вариантов, если же задача решается в строгой математической постановке, то говорят об «оптимальном проектировании» [2]. Следует отметить работу одну из работ Тамразяна А.Г., Филимоновой Е.А. [4,5], в которой использован вероятностный аппарат для определения оптимальных параметров железобетонных плит перекрытия с учетом минимальной стоимости.

В настоящей работе предоставлен анализ зависимости армирования плоской монолитной плиты перекрытия при варьировании следующих конструктивных параметров:

- 1) пролет и толщина плиты (6,6x6,6 м при $h=220$ мм, 7,2x7,2 м при $h=240$ мм) - далее графики приведены для одной ячейки;
- 2) класс бетона (В15, В20, В25, В30); класс арматуры (А400, А500С, В500С, А600);
- 3) полная расчетная нагрузка на плиту $12,67 \text{ кН/м}^2$.

Одной из задач при выполнении данной работы стояло определение изменения расхода арматуры на плиту перекрытия в пределах ячейки при варьировании ее конструктивных параметров.

Расчет усилий, возникающих в плоской монолитной плите перекрытия произведен в ПК Лира. Расчетная схема плоской плиты перекрытия представляет собой пластинчатую конечно-элементную сетку (признак схемы – 3) и лежит в плоскости XOY . Сетка квадратная, размер конечного элемента $0,6 \times 0,6$ м. Узлы примыкания плиты к колоннам имитируются квадратными отверстиями $0,4 \times 0,4$ м, на них накладываются связи Z , UX , UY (жесткий узел). На узлы линии пересечения плиты с плоскостью XOZ накладываются связи UX , ограничивающие поворот узлов

в середине пролета, на узлы пересечения с плоскость ХОУ накладываются связи UY.

В результате статического расчета было получено распределение усилий в плоской плите в виде изополей напряжений (рис. 1). Для квадратной в плане плите значения напряжений M_x и M_y равны. В то же время усилия в плите были рассчитаны и вручную. Приблизительно считалось, что плита работает по балочной схеме, а базовый момент M_0 равен сумме опорного M_{01} и пролетного момента M_{02} [1]. Переход от базового момента к моментам в неразрезных балках надколонных полос перекрытия M_1 и M_2 и к моментам балок пролетных полос перекрытия M_3 и M_4 выполнялся через коэффициенты распределения, приведенные в [1]. Результаты ручного и компьютерного расчета были согласованы к единой размерности, а расчет армирования был выполнен по наибольшим полученным усилиям.

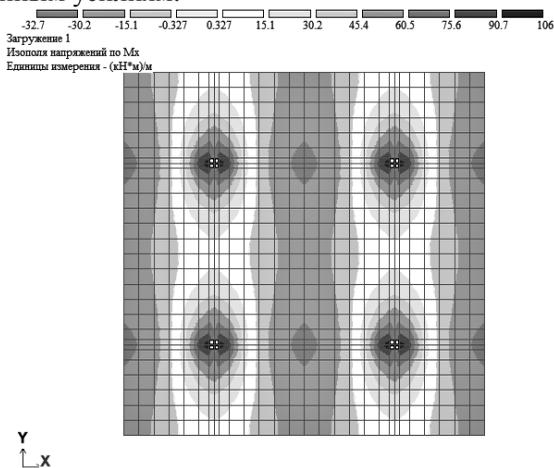


Рис. 1. Изополю напряжений по M_x

Армирование плиты выполнено верхней и нижней сеткой основного армирования, в надколонной зоне установлена дополнительная арматура в виде отдельных стержней, в зоне продавливания по расчету установлена поперечная арматура. Все расчеты выполнены в соответствии с [3]. По результатам армирования была составлена спецификация арматуры на ячейку плиты перекрытия. Для оценки зависимости армирования опертой на колонны плоской плиты перекрытия при варьировании конструктивных параметров, результаты расчета и подбора арматуры были представлены в виде графиков (рис. 2).

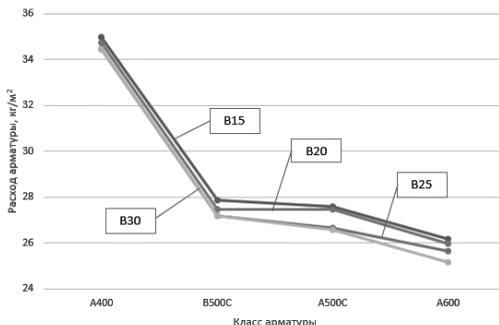


Рис. 2. График зависимости расхода арматуры на 1 м² плиты при изменении классов арматуры и бетона

Выводы:

1. Выполненные расчеты показали значительное влияние применяемого класса арматуры на ее массу в плоской плите перекрытия в пределах ячейки. Такое влияние связано с увеличением прочности на растяжение при увеличении класса. При переходе с А400 на А500С или В500С расход арматуры уменьшается более чем на 20%. При переходе с классов А500С и В500С на А600 снижение расхода около 8%.

2. Результаты расчета показали незначительное влияние повышения класса бетона на расход арматуры в пределах ячейки плиты. В частности, переход с класса бетона В15 на класс бетона В30 показал снижение расхода арматуры на 6%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малахова А.Н. Расчет железобетонных конструкций многоэтажных зданий: учебное пособие. – М., Изд-во МГСУ, 2017, 208 с.
2. Малков В.П., Угодчиков А.П. Оптимизация упругих систем// М. Наука, 1981, 288 с.
3. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. М: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2012. 152 с.
4. Тамразян А. Г., Филимонова Е. А. Оптимальное проектирование железобетонных плит перекрытий по критерию минимальной стоимости // Промышленное и гражданское строительство. 2016. №7. С. 35-40.
5. Тамразян А. Г., Филимонова Е. А. Критерии формирования комплексной целевой функции железобетонной плиты с учетом анализа риска. Вестник МГСУ. 2013. № 10. С. 68-74.

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН НА ГЛУБИНУ КОРРОЗИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ АРМАТУРЫ

Одной из основных причин развития деградационных процессов в железобетонных конструкциях является коррозия арматурной стали. Коррозия арматуры приводит к образованию и накоплению повреждений, наиболее распространенными из которых являются [1,2]: снижение площади поперечного сечения, снижение прочности сцепления арматуры с бетоном; изменение механических свойств арматурной стали; образование коррозионных трещин в защитном слое бетона и его отслоение.

По характеру разрушения поверхности металла коррозию классифицируют по следующим группам: точечная коррозия (питтинг), которая занимает незначительные участки поверхности арматуры, но имеет глубокое проникновение; межкристаллитная коррозия, проявляющаяся на границах кристаллитов; локальная, очаговая коррозия, сосредоточенная на отдельных участках арматуры; общая коррозия, равномерно распределенная по всей поверхности арматуры.

Для обеспечения долговечности строительных конструкций при проектировании не допускается наступление предельных состояний по несущей способности и деформациям. При этом нормами [3] не учитывается возможность изменения физико-механических характеристик арматуры при ее коррозии. Нормативную долговечность железобетонных конструкций из тяжёлого бетона зданий и сооружений, эксплуатируемых в агрессивных средах, определяют согласно [4], где приняты три степени агрессивности среды: слабая, средняя и сильная. Нормативная долговечность несущих железобетонных конструкций зданий составляет 50 лет. Фактическая долговечность железобетонных конструкций во многих случаях значительно меньше нормативной долговечности [5,6]. Одним из факторов, влияющих на долговечность железобетонных конструкций, является коррозионное повреждение продольной арматуры в нормальных трещинах. При этом отсутствует инженерный метод расчета, учитывающий влияние ширины раскрытия трещин, степени агрессивности среды, вид и диаметр арматуры на снижение прочности нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов. Расчет железобетонных конструкций с коррозионными повреждениями сводится к анализу напряженно-деформированного состояния сечений элемента, в которых произошло изменение площади

поперечного сечения рабочей арматуры. Изменение площади рабочей арматуры за определенный промежуток времени можно отразить следующим образом:

$$A_{s,t} = A_s - \Delta A_{st}, \quad (1)$$

где $A_{s,t}$ - остаточная площадь сечения арматуры, A_s - начальная площадь сечения арматуры, ΔA_{st} - площадь сечения арматуры, потерянная в результате коррозии.

Уменьшение площади арматурного стержня ΔA_{st} можно определить, зная глубину коррозионных повреждений δ_t во времени:

$$\delta_t = \frac{k \cdot t^n}{\sqrt{a_1}}, \quad (2)$$

где k и n - эмпирические коэффициенты, a_1 - величина защитного слоя в мм.

Глубина коррозионного повреждения арматуры и уменьшение площади ее поперечного сечения представлены на рис.1,2.

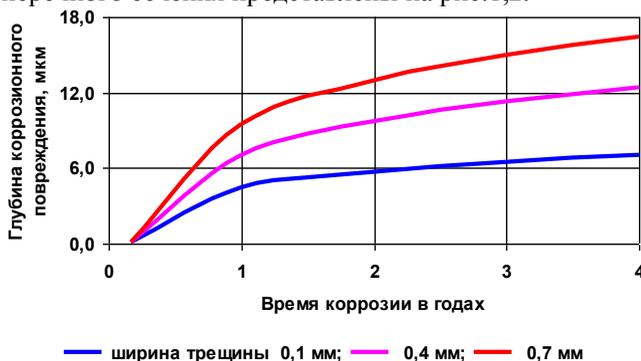


Рис.1. Глубина коррозионного повреждения арматуры

Из представленных на рис.1 результатов видно, что с увеличением ширины раскрытия нормальной трещины увеличивается глубина коррозионного повреждения арматурного стержня. После четырех лет коррозии арматуры в трещине, глубина коррозионного повреждения для ширины раскрытия трещины 0,7 мм увеличилась в 2,34 раза по сравнению глубиной коррозии арматуры в трещине с шириной 0,1 мм.

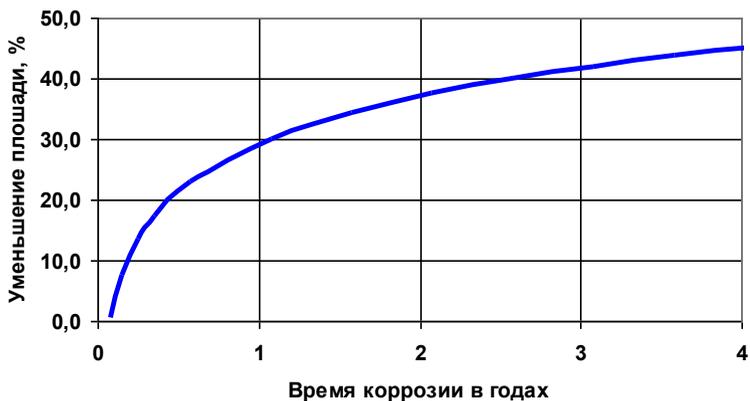


Рис.2. Уменьшение площади поперечного сечения стержня

Данные рис.2 показывают, что со временем значительно уменьшается площадь поперечного сечения арматуры из-за ее коррозионного повреждения. После четырех лет интенсивной коррозии арматуры в трещине с шириной раскрытия до 0,1 мм, площадь поперечного сечения арматурного стержня по всей его поверхности уменьшилась на 45%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методика расчетного прогнозирования срока службы железобетонных пролетных строений автодорожных мостов. Москва, 2002. 86с.
2. Уткин В.С. Определение остаточной несущей способности железобетонных балок на стадии эксплуатации по критерию прочности арматуры и бетона.//Научно-технический журнал, № (53), 2015.С.15-23.
3. Свод правил СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. М.: ФАУ «ФЦС», 2015. 165 с.
4. СП 28.13330.2012. Актуализирована редакция СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии - М.: 2015. - 95 с.
5. Александров Е.Н., Истомин А.Д. Анализ напряженно- деформированного состояния изгибаемых элементов с комбинированным армированием на основе диаграмм деформирования фибробетона // Научное обозрение, № 4, 2016. с.35-39.
6. Тамразян А.Г, Орлова М.А. К остаточной несущей способности железобетонных балок с трещинами // Жилищное строительство, №6, С.32-34, 2015.

ОЦЕНКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕНОТЕРМОБЛОКОВ

В ранее выполненных исследованиях, результаты которых приведены в [4] затрагивалась тема долговечности многослойных кирпичных конструкций. В течение нескольких лет использования рассматриваемой конструкции был выявлен ряд дефектов, например: вертикальные и горизонтальные трещины кирпичной кладки, дефекты утепляющего слоя и т.д.

Замену многослойным конструкциям из кирпича на сегодняшний день нашли в применении конструкции, созданные по технологии вентилируемого фасада. Данная технология также обладает рядом недостатков, таких как: большой вес конструкции, высокая стоимость и необходимость строгого соблюдения технологии.



Рис. 1. Пенотермоблок

Поэтому одной из перспективных альтернатив является технология пенотермоблоков. Это новая конструкция, появившаяся на рынке последнее десятилетие и пока не успевшая зарекомендовать себя в силу малой распространенности и отсутствия нормативной базы.

Одним из критериев стройпригодности конструкции являются её теплотехнические характеристики [1-3,5]. И в данной статье будут проанализированы результаты расчета этих характеристик для конструкции пенотермоблока.

В качестве теплоизоляционного слоя в пенотермоблоках используется ЖППУ - жёсткий пенополиуретан. Это синтетический материал, полученный посредством переработки нефти с использованием вспенивателей. В итоге на выходе получается прекрасный материал с очень низким коэффициентом теплопроводности. В качестве сравнения была выбрана минеральная вата. Результаты сравнения представлены в Таблице 1 для средней полосы России.

Таблица 1.

Сравнительные характеристики теплоизоляции ЖППУ и минеральной ватой

Показатели	ЖППУ	Минеральная вата
Коэффициент теплопроводности	0,019-0,028	0,034-0,041
Толщина слоя	35-70 мм.	120-220 мм.
Эффективный срок службы	30 лет (на более длительный период данные отсутствуют)	5 лет
Производство работ	От +5С до +30С	От +5С до +30С
Влага, агрессивные среды	Устойчив	Теплоизоляционные свойства теряются, восстановлению не подлежат
Экологическая чистота	Безопасен Разрешено применение в жилых зданиях Минздравом РСФСР №07/6-561 от 26.12.86	Аллерген

Также, одним из достоинств ЖППУ являются его адгезионные свойства.

Для проверки теплотехнических характеристик пенотермоблоков был также выполнен теплотехнический расчёт кладки на цементно-песчаном растворе для условий в городе Якутске в соответствии с СП 50.13330.2012 и СП 131.13330.2012.

По итогам расчета при толщине теплоизоляционного слоя в 150 мм расчетное сопротивление теплопередаче составит: 5,8 м² °С/Вт. При требуемом значении равном 5,04 м² °С/Вт.

		<input type="checkbox"/> округлять до см
п	НАИМЕНОВАНИЕ СЛОЯ	δ , м
1	Сложный (песок, известь, цемент)	▼
2	Керамического пустотного плотностью 1400 кг/м ³ (брутто) на цементно-песчаном растворе	▼
3	Клей Ceresit CT 190	▼
4	Пенополиуретан (ТУ 67-87-75) 40кг/куб.м	▼
5	Клей Ceresit CT 190	▼
6	Кирпичная кладка из кирпича керамического и силикатного плотностью 1400 (брутто) на	▼
7	Силикатная краска Ceresit CT 54	▼

Рис. 2. Состав слоев для расчета ограждающей конструкции

Как видно из результатов расчёта, пенотермоблок прекрасно справляется с сохранением тепла, даже в таких суровых погодных условиях, как в городе Якутске. Это ещё раз подтверждает возможность использования таких блоков для строительства по всей России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бедов А.И., Габитов А.И.* Проектирование, восстановление и усиление каменных и армокаменных конструкций. Издательство АСВ 2006. 566 с.
2. *Ицук М.К.* Российский опыт возведения наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки. Жилищное строительство, 2008, №4. С.23-27.
3. *Оганджян Г.С.* Актуальность инноваций в свете анализа системных конструктивных проблем наружных стен энергоэффективных зданий гражданского назначения.
4. *Брысин В.Р., А.И. Бедов.* ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры НИУ МГСУ (13–17 марта 2017 г.) МГСУ, Москва, 2017, С. 662-664.
5. *Тамразян, А.Г. Хетагуров А.Т.* Влияние реологических свойств структуры на долговечность бетона. Бетон и железобетон, №5, 2001г. С.4-6.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ БАЛОК ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНАХ НАГРУЗОК

В настоящей статье рассмотрены принципы проектирования комбинированных балок перекрытия, состоящих из сталежелезобетонной плиты перекрытия и двутавровых балок, в соответствии с СП 266.1325800.2016 «Сталежелезобетонные конструкции. Правила проектирования». Монолитные перекрытия по металлическим балкам с успехом используется при возведении объектов самого разного назначения – домов, гаражей, террас, торговых и офисных центров, автостоянок и т.п. В таких перекрытиях балки могут устанавливаться с различным шагом (от 1м до 5м), а само перекрытие можно сделать достаточно тонким и легким с армированием в один слой (рис. 1).

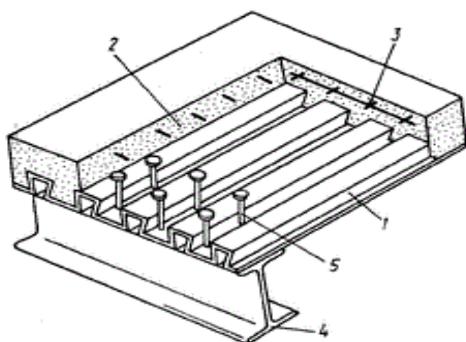


Рис. 1. Устройство комбинированной балки перекрытия. 1 – стальной профилированный настил; 2 – монолитный бетон; 3 – арматурная сетка; 4 – двутавр; 5 – анкер.

Устройство подобных комбинированных балок перекрытия иногда сравнивают с «пирогом», в котором слоями выступают балки; профлист; гибкие арматурные стержни, вертикальные стержневые анкеры и арматурные сетки, расположенные в теле бетона[3]. При этом бетонной смеси для этой цели требуется на порядок меньше, нежели при заливке перекрытий по иной схеме, например, при устройстве монолитного балочного перекрытия (рис. 1). Кроме того, профнастил обеспечивает конструкцию дополнительной жесткостью и надежностью. Указанные параметры за счет эффективного применения материала дают возможность проектирования экономически выгодной и легко возводимой конструкции, что в современные

Одно из достоинств таких перекрытий – это применение опалубочной системы из профлиста, которая дает возможность получения готового потолка, который имеет законченный внешний вид и не требует дополнительной отделки.

Устройство подобных комбинированных балок перекрытия иногда сравнивают с «пирогом», в котором слоями выступают балки; профлист; гибкие арматурные стержни, вертикальные стержневые анкеры и арматурные сетки, расположенные в теле бетона[3]. При этом бетонной смеси для этой цели требуется на порядок меньше, нежели при заливке перекрытий по иной схеме, например, при устройстве монолитного балочного перекрытия (рис. 1). Кроме того, профнастил обеспечивает конструкцию дополнительной жесткостью и надежностью. Указанные параметры за счет эффективного применения материала дают возможность проектирования экономически выгодной и легко возводимой конструкции, что в современные

тенденциях уменьшения себестоимости и сокращения сроков строительства особенно актуально. В представленной работе рассмотрены примеры проектирования конструкции комбинированной плиты перекрытия с работой в различном диапазоне нагрузок и при применении разных сечений двутавровых балок. Работа направлена на выявление таких параметров конструкции, где проектирование наиболее эффективно, т.е. с наименьшим перерасходом материалов.

В качестве объекта расчета выбрано монолитное перекрытие по профнастилу, опирающееся на балки двутаврового профиля: 30Б1, 35Б1, 40Б1, выполненные из стали С345, $R_y=325$ МПа. Расчетный пролет балок 6м, опирание шарнирное. Шаг балок 3м. Бетон перекрытия класса В15, $R_b=8,7$ МПа, уложен по профнастилу марки Н75. Полная расчетная нагрузка на балку q варьировалась от 500 до 2000 кгс/м². (с шагом через 250 кгс/м²). Расчет прочности для сталежелезобетонных конструкций следует проводить с учетом нелинейных свойств материалов. При расчете принимается, что сталежелезобетонное поперечное сечение остается плоским. В соответствии с [2] расчет прочности по случаю 1 производят из условий

$$\sigma_b = M_2 / (\alpha_b \cdot W_{b,red}) - \sigma_b < \gamma_{bi} R_b \quad (1)$$

$$\sigma_s = M_2 / (\alpha_s \cdot W_{b,red}) + \sigma_{rl} < \gamma_{si} R_s \quad (2)$$

Для верхнего и нижнего поясов стального сечения должны выполняться соответственно следующие условия:

$$(M - Z_{b,st} \cdot N_{b,s}) / (W_{f2,st}) - N_{b,s} / A_{st} = \gamma_1 \gamma_c R_y \quad (3)$$

$$(M - Z_{b,st} \cdot N_{b,s}) / (W_{f1,st}) + N_{b,s} / A_{st} = \gamma_c R_y \quad (4)$$

где $M = M_1 + M_2$ - полный изгибающий момент (принимают так же, как и M_1 и M_2 с соответствующим знаком), где M_1 - изгибающий момент первой стадии работы (нагрузку воспринимает стальная часть конструкции), а M_2 - изгибающий момент второй стадии работы (нагрузку воспринимает сталежелезобетонная конструкция);

N - нормальная сила в поперечном сталежелезобетонном сечении;

A_{st} - площадь нетто поперечного сечения стальной балки;

W_{bred} , $W_{f1,st}$, $W_{f2,st}$ - моменты сопротивления сталежелезобетонного поперечного сечения балки;

R_y , R_b , R_s - расчетные сопротивления материала стальной конструкции, бетона и арматуры соответственно;

γ_{bi} , γ_c , γ_{si} - коэффициенты, принимаемые согласно п.4.3.5 [2].

Выводы.

1. При эффективных расчетах комбинированные балки перекрытий обеспечивают высокие показатели надежности, прочности и долговечности на фоне снижения затрат на строительство и сокращения сроков работ.

2. Результаты данного исследования можно распространить и на другие типы сечений балок, диапазоны пролетов и нагрузок.

Таблица 1

Коэффициенты использования комбинированных балок при применении разных сечений двутавров и работе в разных диапазонах расчетных нагрузок

Двутавр	Полная расчетная равномерно распределенная нагрузка, кгс/м ²						
	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
30Б1	0,46	0,66	0,86	1,05	1,25	1,45	1,65
35Б1	0,34	0,50	0,65	0,80	0,95	1,10	1,25
40Б1	0,25	0,37	0,48	0,59	0,71	0,82	0,94

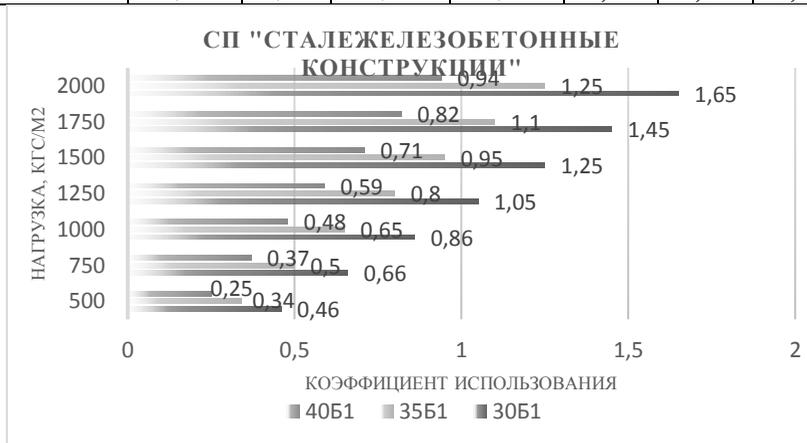


Рис. 2. Графики зависимости коэффициентов использования от полной расчетной нагрузки для различных двутавров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции», 2011г.
2. СП 266.1325800.2016 «Сталежелезобетонные конструкции. Правила проектирования», 2017г.
3. Тамразян А.Г. Арутюнян С.Н. К учету профилированного настила как рабочей арматуры при расчете монолитных сталежелезобетонных плит перекрытий. Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 7. С. 64-68.

Студентка 4 курса 9 группы ИСА Булычева А. С.

Студентка 4 курса 30 группы ИСА Мельникова А.И.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. Д.С. Ванус

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И СРОКА СЛУЖБЫ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Одним из важных показателей качества железобетонных элементов и конструкций является долговечность. Она определяет способность изделий не утрачивать требуемые эксплуатационные свойства в течение данного срока службы в условиях внешних воздействий. Длительное время считалось, что долговечность железобетонных конструкций со временем только увеличивается [1]. Но оказалось, что улучшение качеств бетона происходит только при определенных условиях (влажностных и температурных)[4,5]. В большинстве же случаев во время эксплуатации железобетонные конструкции подвергаются агрессивным воздействиям, что ведет к их дальнейшему разрушению. Нормативные значения долговечности изделий достигаются использованием специальных материалов, защитных покрытий или особых конструктивных решений.



Практика эксплуатации железобетонных изделий показывает, что каждое из них обладает определенной долговечностью, которую необходимо уметь рассчитать [1]. В настоящее время можно выделить несколько основных методов для прогнозирования срока службы железобетонных конструкций:

1. Общий метод, основанный на коллективном опыте и знаниях, которые были получены в лабораторных и производственных условиях [2].

Суть метода в том, что выбранный железобетонный элемент (конструкция) будет иметь ожидаемый срок службы, поскольку предполагается, что если конструкция изготовлена в соответствии с требованиями норм и стандартов, то ее срок эксплуатации будет обеспечен.

Общий метод дает соответствие теоретических данных с практическими лишь в тех случаях, когда конструкция имеет небольшой срок службы или если факторы окружающей среды действуют разрушающе по отношению к материалу конструкции. Однако при решении проблемы прогнозирования долговечности железобетонных конструкций для времени, превышающего границы опыта или знания, такой подход не дает требуемых результатов.

2. Метод прогнозирования, который основан на сравнении эксплуатационного качества. Суть метода в том, что если железобетонная конструкция являлась долговечной для некоторого промежутка времени, то аналогичная конструкция, которая находится в подобных условиях, будет иметь такой же срок службы. Однако есть ограничения у данного метода: любая железобетонная конструкция уникальна из-за разновидностей свойств материалов и конкретной практики строительства или изготовления. Долговечность однотипных конструкций, которые эксплуатируются почти в одинаковых условиях, могут отличаться друг от друга на целый порядок [2].

3. Ускоренные испытания.

Метод применяется при отсутствии практики и знаний в отношении сопротивления воздействий для новых элементов или конструкций. Обязательным требованием для использования ускоренных испытаний является то, что деградационные механизмы в них должны совпадать с такими же, как и при эксплуатации.

Метод получил некоторые замечания к оценке срока службы конструкций при действии на них только отдельных факторов, например отрицательных температур. Долговечность образца при ускоренных испытаниях t к сроку службы железобетонной конструкции t' определяется как:

$$t=kt',$$

где k -постоянная

При циклическом замораживании и оттаивании оценка долговечности выражается в терминах номера цикла замерзания и оттаивания, при котором достигается заданный уровень повреждений. Тогда срок службы конструкции может быть оценен как:

$$t_1=k_e N,$$

где k_e – коэффициент, зависящий от условий окружающей среды;
 N – число циклов замораживания и оттаивания, вызывающих требуемый уровень повреждений лабораторного образца.

Железобетонные конструкции имеют конечный срок службы, так как они значительно подвержены физическим, химическим и механическим изменениям, следствием которых является их деградация и уменьшение их способностей выполнять требуемые функции [2,3]. В настоящее время в расчете на надежность и долговечность железобетонных конструкций нет единого общепринятого подхода, а теория расчета железобетонных конструкций, взаимодействующих с агрессивной и другими типами сред, еще далека до окончательного решения.



Рис. 2. Испытание сваи в свайном поле

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Селяев В.П.* Расчет долговечности железобетонных конструкций С.140.
2. *Левченко В. Н., Невгель Н. А., Солошенко А. А., Криворучко А.А.* Основные положения проектирования долговечности железобетонных конструкций и сооружений.
3. *Тамразян А.Г.* Безопасность восстанавливаемых зданий с изменяющейся конструктивной схемой несущих систем и физической нелинейностью материала./ Забегаев А.В., Люблинский В.А., Арутюнян Р.Г. Бетон и железобетон №1, 2000г. С.12-15.
4. *Тамразян А.Г.* К расчету железобетонных элементов с учетом ползучести и старения на основе реологической модели бетона. Промышленное и гражданское строительство.2012. №7. С.26-28.
5. *Тамразян А.Г., Хетагуров А.Т.* Влияние реологических свойств структуры на долговечность бетона. Бетон и железобетон, №5, 2001г. С.4-6.

*Студент 3 курса 8 группы ИГЭС Гаймалов Д.Р.,
студентка магистратуры 2 года обучения 3 группы ИСА
Киселева Т.В.*

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.Д. Истомин

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ БЕТОНА НА ЕГО ДИАГРАММУ СОСТОЯНИЯ ПРИ СЖАТИИ В УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧЕСКИХ ЗАМОРАЖИВАНИЙ И ОТТАИВАНИЙ

Воздействие знакопеременных температур на железобетонные конструкции зданий и сооружений приводит к развитию деструктивных процессов в бетоне [1,2]. Интегральной оценкой такой деструкции в бетоне является его прочность. Во многих случаях ограничиваются исследованием влияния циклических замораживаний и оттаиваний (ЦЗО) на прочность кубов при сжатии, как это предусмотрено ГОСТом при определении марки по морозостойкости бетона [3]. В тоже время известно, что влияние ЦЗО по-разному сказывается на кубиковую и призмную прочность бетона, которая является основной при расчете прочности железобетонных конструкций. Определяющим фактором, влияющим на прочность бетона в условиях замораживания и оттаивания, является его влажность. В связи с этим проведены исследования по влиянию циклических замораживаний и оттаиваний на диаграммы состояния бетона естественной влажности и водонасыщенного.

В качестве опытных бетонных образцов использовались стандартные бетонные призмы с размером 10x10x40 см. Состав бетона П/Ц:Щ/Ц:В/Ц = 2,2:4,7:0,6. Возраст бетона к моменту испытаний составил 180 суток. Перед испытанием в термокамере бетонные образцы разбивались на две серии. Образцы первой серии имели влажность, приобретенную при их хранении в условиях лабораторного корпуса (естественная влажность). Образцы второй серии перед испытанием водонасыщались при атмосферном давлении в течение трех недель (водонасыщенный бетон).

Замораживание и оттаивание бетонных призм осуществлялось в термокамере ТВV-2000. Понижение температуры бетона образцов происходило от +20⁰С до -50⁰С. Один цикл замораживания-оттаивания составлял 12 часов. Испытание образцов на сжатие после соответствующего количества циклов замораживания-оттаивания производилось на универсальном гидравлическом прессе EU-100 по методике, изложенной в [2,4,5]. Испытание образцов в нормальных условиях при температуре +20⁰С производили после 0, 20, 40 и 60 циклов замораживания-оттаивания.

Результаты испытаний в виде диаграмм состояния сжатого бетона естественной влажности ($W=3,62\%$) представлены на рис.1.

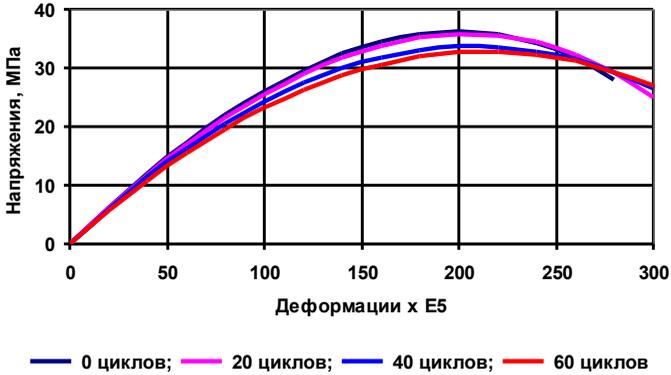


Рис.1. Диаграммы состояния сжатого бетона с влажностью $W=3,62\%$

Из приведенных результатов исследований видно, что призмная прочность бетона естественной влажности после 60 ЦЗО и начальный модуль упругости изменяются незначительно: уменьшаются соответственно на 9,6% и 8,5%. Предельная сжимаемость бетона (деформации ϵ_{b0} в вершине диаграммы при $\sigma_b = R_b$) изменяется также незначительно: возрастает на 7,5%, то есть с $\epsilon_{b0} = 200 \cdot 10^{-5}$ до $\epsilon_{b0} = 215 \cdot 10^{-5}$.

На рис. 2 представлены диаграммы состояния при сжатии водонасыщенного бетона ($W=5,05\%$).

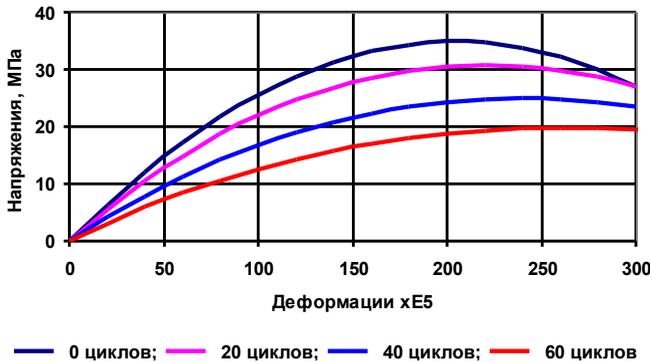


Рис.2. Диаграммы состояния сжатого бетона с влажностью $W=5,05\%$

Из рис.2 видно, что с увеличением количества циклов замораживания и оттаивания наблюдается значительное уменьшение призмной прочности и начального модуля упругости бетона. После 60 циклов замораживания-оттаивания призмная прочность и начальный модуль

упругости бетона уменьшаются на 43,3% и 51,2% соответственно. Предельные деформации сжатия бетона (ε_{b0}) возрастают с $\varepsilon_{b0} = 205 \cdot 10^{-5}$ до $\varepsilon_{b0} = 267 \cdot 10^{-5}$ относительных единиц, то есть увеличиваются на 30%. Кроме этого наблюдается изменение самих кривых $\sigma_b - \varepsilon_b$, которые с увеличением количества циклов замораживания-оттаивания становятся более пологими.

Выводы

1. Увеличение влажности бетона с 3,62% до 5,05% приводит к снижению призмочной прочности и начального модуля упругости бетона соответственно на 43,3% и 51,2% после 60 циклов замораживания и оттаивания.
2. Увеличение влажности бетона с 3,62% до 5,05% приводит к увеличению предельной сжимаемости бетона на 30% после 60 циклов замораживания и оттаивания.
3. С увеличением количества циклов замораживания-оттаивания кривые диаграмм состояния сжатого бетона становятся более пологими.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Истомин А.Д.* Работа статически неопределимых центрально-растянутых железобетонных элементов при отрицательной температуре // Технология текстильной промышленности. № 2 (368) - 2017. С. 141-144.
2. *Истомин А.Д.* Деформации ползучести бетона при сжатии в условиях малоциклового силового и температурного нагружения // Вестник МГСУ, № 2, Т. 1, 2011. С. 142-144.
3. ГОСТ 10060-2012. Методы определения морозостойкости. М.: Стандартиформ. 2014. 19 с.
4. *Истомин А.Д.* Прочность бетона при местном сжатии по отечественным нормам и Еврокоду 2 // Строительство и реконструкция. № 6 (56)- 2014. С. 34-38.
5. *Тамразян А.Г., Филимонова Е.А.* Оценка несущей способности и жесткости монолитных железобетонных плит с дефектам. Дефекты зданий и сооружений. Усиление строительных конструкций. Материалы XV научно-методической конференции ВИТИ- 24 марта 2011. ВИТИ.-СПБ.,2011-215с.

*Студент 3 курса 7 группы ИГЭС Григорян С.С., студентка магистратуры 1 года обучения 3 группы ИСА Ризатдинова А.Р.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.Д. Истомин*

ПРОЧНОСТЬ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ СТАЛЕБЕТОННЫХ ОБРАЗЦОВ ПРИ ЦЕНТРАЛЬНОМ СЖАТИИ

Прогресс в строительстве тесно связан с применением эффективных типов конструкций. К таким конструкциям относятся конструкции с внешним армированием, в частности, сталебетонные колонны [1,2]. Экономичность сталебетонных конструкций по сравнению с традиционными железобетонными конструкциями, обеспечивается за счет более эффективного использования свойств бетона и стали. Бетон внутри обоймы работает в условиях трехосного напряженного состояния, что приводит к росту его прочности по сравнению с прочностью бетона при одноосном сжатии. Сталебетонная колонна теряет местную и общую устойчивость при более высоких нагрузках, чем металлическая.

Сталебетонные колонны делятся на два основных типа в соответствии с формой поперечного сечения: круглого и прямоугольного профиля. В первом случае цилиндрические оболочки в виде стальной трубы заполняются бетоном. Во втором случае призматические оболочки заполняются бетоном. Наибольшее применение сталебетонные колонны в виде трубобетона нашли в высотном строительстве, где одной из задач является снижение веса конструкций зданий, их материалоемкости и трудозатрат. Себестоимость стальных труб выше себестоимости сортового проката. Поэтому применение сталебетонных колонн из сварного прямоугольного поперечного сечения актуально на сегодняшний день.

Прочность трубобетона изучалась многими исследователями на протяжении не одного десятка лет, но предлагаемые методы расчета существенно отличаются друг от друга. Современные тенденции в строительстве направлены на применение высокопрочных бетонов, что так же должно быть отражено в методах расчета сталебетонных конструкций, в частности колонн.

Как отмечается в работе [2] современные зависимости для расчета несущей способности центрально-сжатых трубобетонных элементов имеют вид:

$$N \leq \beta \cdot R_b \cdot A_b + \alpha \cdot R_y \cdot A_s, \quad (1)$$

где R_b, A_b – прочность и площадь сечения бетонного ядра;

R_y, A_s – предел текучести и площадь сечения стальной оболочки;

β – коэффициент, учитывающий влияние объемного напряженного состояния бетонного ядра на его прочность;

α – коэффициент, учитывающий напряжения в стальной оболочке из-за распора ее бетонным ядром.

Прочность бетонного ядра может быть получена на основании теории выдающегося отечественного ученого О.Я. Берга:

$$\beta = \sqrt{\left(1 + k \cdot \frac{\sigma_0}{R_b}\right) - \frac{\sigma_0^2}{R_b^2}}, \quad (2)$$

где σ_0 – давление бетонного ядра на стальную оболочку;

k – коэффициент, зависящий от класса бетона.

Коэффициент α может быть определен из уравнения пластичности Генки - Мизеса по энергетической теории прочности:

$$\alpha = \frac{\sigma_0}{2R_y} \left(\frac{d}{2t} - 1 \right) + \sqrt{4 \frac{R_y^2}{\sigma_0^2} - 0,75 \frac{d^2}{t^2} - 3 \frac{d}{t} - 3}. \quad (3)$$

Для инженерных расчетов несущей способности центрально-сжатых трубобетонных колонн рекомендуется принимать $\alpha = 0,75$. Также значения α в зависимости от отношения t/d приведены в работе Стороженко Л.И. [2].

Основным критерием при определении коэффициента α является отношение толщины стенки оболочки (t) к ее диаметру (d) или ширине сечения (a). В связи с этим были обобщены экспериментальные данные работы [3,4] и доцента кафедры ЖБК НИУ МГСУ Истомина А.Д. по прочности призматических сталебетонных элементов. В качестве опытных образцов принимался призматический сталебетонный образец высотой 250 мм. Бетонное ядро имело постоянное сечение $b \times a = 106,2 \text{ мм} \times 123,8 \text{ мм}$. Толщина стенки металлической оболочки варьировалась в пределах от 2,5 мм до 12,5 мм. Центральному сжатию подвергался весь сталебетонный образец, то есть стальная оболочка и бетонное ядро. Призматическая прочность бетона при одноосном сжатии перед испытанием составила $R_b = 17 \text{ МПа}$. Результаты в виде диаграммы «относительная прочность сталебетонных призматических образцов – отношение толщины металлической облоймы к максимальной ширине поперечного сечения бетонного ядра» представлены на рис.1. За относительную прочность принималось отношение прочности сталебетонного элемента к прочности бетонного элемента. Из анализа представленных на рис.1 результатов видно, что с уменьшением толщины стенки металлической оболочки прочность центрально-сжатого призматического сталебетонного элемента уменьшается.

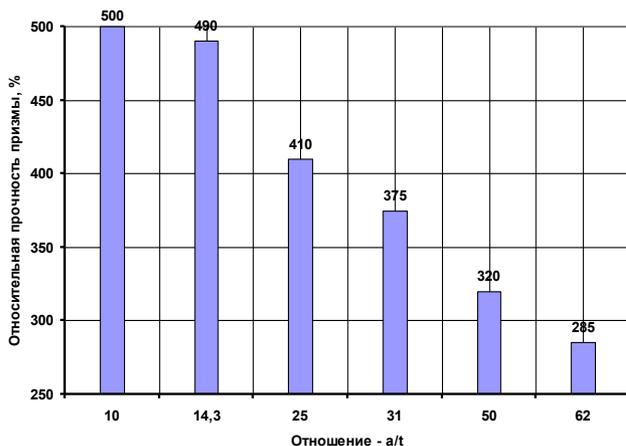


Рис.1. Относительная прочность сталебетонных призматических образцов.

При изменении $a/t=14,3...10$ прочность сталебетонных образцов изменяется в пределах 10%. Максимальный прирост прочности сжатого призматического элемента наблюдается в интервале $a/t=31...25$, то есть при толщине стенки 4,0мм...5,0мм. Таким образом, согласно анализу представленных данных, оптимальным отношением ширины бетонного сечения к толщине металлической оболочки является значение $a/t=31$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Байтурсунов Д.М., Етекбаева А.Б.* Обоснование метода расчета центрально сжатых трубобетонных элементов высотных зданий // Вестник НИИСТРОЙПРОЕКТА Алматы - 2010. №3-4 (22). С.94-97.
2. *Стороженко Л.И., Семко А.В.* Сравнение методик расчета трубобетонных конструкций// Коммунальное хозяйство городов – 2005. №63. С. 59-67.
3. *Глазунов Ю.В.* Экспериментальные исследования сталебетонных коротких колонн // Информационный листок ИЛ №142-96.- Харьков - 1996. С. 1-3.
4. *Тамразян А.Г., Манаенков И.К.* Испытание трубобетонных образцов малого диаметра с высоким коэффициентом армирования. Строительство и реконструкция. 2017.№ 4 (72). С. 57-62.

*Студент магистратуры 1 года обучения 1 группы ИСА Данилкив А.О.
Научный руководитель – зав. кафедрой ЖБК, д-р. техн. наук, проф.
А.Г. Тамразян*

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, РАССЧИТАННЫХ С УЧЁТОМ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТОВ

Каждое здание или сооружение, в зависимости от своего назначения, проектируется с тем условием, чтобы оно выполняло свои функции в течение срока службы. Иначе это называется надёжностью.

Изначально понятия надёжности и расчёта на надёжность были равносильны расчёту на прочность или устойчивость. Сейчас большой приоритет отдаётся расчёту железобетонных конструкций по первому предельному состоянию и по разрушающим усилиям; в меньшей степени – по второму. Специфика же теории надёжности состоит в том, что необходимо учитывать случайные свойства нагрузок, воздействий на сооружения, совместное действие случайных нагрузок на систему со случайными прочностными характеристиками [1, 2]. Ржаницын первым в своих работах предложил оценивать надёжность конструкций вероятностью события [2]:

$$S = R - F \geq 0,$$

где R и F - случайны величины соответственно приведенной прочности и приведённой нагрузки. Так стало возможным изучение влияния изменчивости нагрузок на прочность и надёжность, а также была поставлена задача об оптимизации.

В то же время было положено начало изучению явления перераспределения моментов. Суть его заключается в том, что при образовании пластических шарниров, трещин в бетоне и т.п. величина моментов в этих сечениях может быть найдена из зависимости:

$$M'_e = \sigma \times M_e,$$

где M_e и M'_e - значение изгибающих моментов до и после перераспределения соответственно, а σ – коэф., ограничивающий перераспределение моментов. Уже на основании одного из первых экспериментов [3] было доказано, что использование явления перераспределения снижает трудозатраты на изготовление конструкций, в частности, железобетонных балок. Разница между значениями моментов над опорами и в пролёте уменьшается, а значит - так удастся избежать чрезмерных скоплений арматуры и затрат на неё. Благодаря лучшему уплотнению бетонной смеси качество бетона в этих местах повысится, а значит, возрастёт и надёжность конструкции.

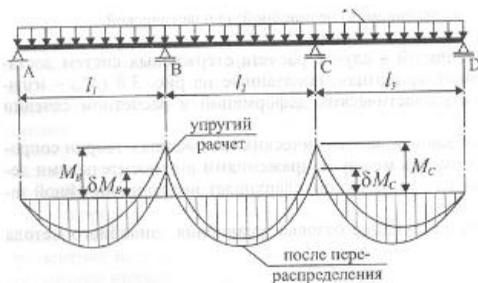


Рис. 1. Ограниченное перераспределение моментов в неразрезной балке.

Безусловно, для более точного расчёта железобетонных балок на надёжность, необходим вероятностный метод с учётом перераспределения моментов, которые вместе учитывали бы случайные свойства статически определимых и неопределимых балок для их дальнейшей рационализации.

Так, существует логико-вероятностный метод предельного равновесия [4], выражаемый через формулу

$$R_c = \prod_{j=1}^m R_j, (1)$$

где R_c - надёжность конструкции или системы; R_j - вероятность разрушения конструкции по j -й простейшей схеме; m - количество простейших схем разрушений. В сущности – он объединяет оценку надёжности методом предельного равновесия, но вместе с тем учитывает случайные свойства нагрузок, воздействий и материалов логико-вероятностным методом. Используя такое сочетание, расчёт статически неопределимой железобетонной балки будет выглядеть следующим образом:

- подбираются критические сечения, где возможно образование пластических шарниров, и определяются простейшие схемы разрушения балок;
- составляются уравнения виртуальных работ внутренних усилий и внешней нагрузки для каждой из схем;
- согласно СП 63.13330.2012 вычисляются предельные изгибающие моменты, работающие в критических сечениях;
- на основании уравнений виртуальных работ внутренних усилий и внешней нагрузки вычисляется обобщенная несущая способность балки. Начальные моменты определяются по формуле

$$m_k = \sum_i x_i^k \times P_i (2)$$

где x_i - обобщенная несущая способность конструкции по схеме i .

- определяются центральные статические моменты с учётом перераспределения моментов, а по формулам теории вероятности находят статические моменты от 1-го до 4-го порядка случайной величини

ны разности внутренних усилий и внешней нагрузки для каждой из схем

$$\mu_1 = 0; \mu_2 = m_2 - m_1^2; \mu_3 = m_3 - 3m_1m_2 + 2m_1^3; \\ \mu_4 = m_4 - 4m_1m_3 + 6m_1^2m_2 - 3m_1^4; \quad (3)$$

- на основании статических моментов разности подбираются подходящие кривые распределения $f(x)$;

- определяется надёжность конструкции по формуле

$$R = 1 - \int_{-\infty}^0 f(x) dx \quad (4)$$

- перечисленные вычисления повторяются для всех простейших схем;

- по формуле (1) определяется надёжность всей балки.

В результате мы получаем достаточно точное значение надёжности статически неопределимой железобетонной балки, рассчитанное с учётом перераспределения моментов.

Стоит отметить, что такой результат даёт именно комплексность используемых методов, дополняющих друг друга. Именно это позволяет получать более точные данные по надёжности конструкции и оптимизировать этапы её проектирования и эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тамразян А.Г.* Расчет элементов конструкций при заданной надёжности и нормальном распределении нагрузки и несущей способности. Вестник МГСУ. 2012. № 10. С. 109-115.

2. *Ржаницын А.Р.* Теория расчёта строительных конструкций на надёжность. - М.: Стройиздат. - 1978.

3. *Крылов С. М., Икрамов С. И.* К вопросу о расчёте железобетонных балок с учётом перераспределения усилий. В кн.: Исследование по теории железобетона. -М.: Госстройиздат, 1960. - с. 154-177.

4. *Исайкин, А.Я.* Оценка надёжности статистически неопределимых железобетонных конструкций на основе метода предельного равновесия /А.Я. Исайкин. -Автореф. ... дис. докт. техн. наук. -Москва, 2000.

5. *Тамразян А.Г., Звонов Ю.Н.* К оценке надёжности изгибаемых железобетонных плит при огневых воздействиях. Научное обозрение. 2015. № 14. С.130-133.

РАСЧЕТ ВНЕЦЕНТРЕННО-СЖАТОЙ КОЛОННЫ НА КРАТКОВРЕМЕННУЮ ДИНАМИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ С УЧЕТОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В последнее время участились случаи по обрушению железобетонных конструкций из-за воздействий техногенного характера. Поэтому перед проектировщиками ставится задача по обеспечению конструктивной безопасности зданий, связанной с изменением прочностных и деформативных характеристик материалов при особых воздействиях. Обзор литературных источников показал, что существует достаточное количество работ, связанных с поведением отдельных элементов железобетонных конструкций при статическом нагружении, в то время как поведение элементов железобетонных конструкций при динамическом нагружении с учетом температурных воздействий изучено мало, поэтому данная проблема является актуальной и требует дальнейшего изучения. Целью данной работы является исследование прочности и деформативности внецентренно-сжатой железобетонной колонны на кратковременную динамическую нагрузку с учетом температурного воздействия, поскольку одним из основных несущих элементов зданий и сооружений, являются сжатые элементы-колонны.

В данной статье приводится динамический расчет внецентренно-сжатой железобетонной колонны при температурных воздействиях до $350^{\circ}C$, основанный на экспериментальных исследованиях работы [1] для бетона и проведенных испытаний на динамическое нагружение арматуры класса А500 при различных температурных воздействиях: при нормальных условиях, при температуре $T = 250^{\circ}C$ и при температуре $T = 350^{\circ}C$. Результаты испытаний приведены в таблице 1,2.

По экспериментальным исследованиям видно, что при $T = 20^{\circ}C$ динамическая прочность арматуры повышается, при температуре $T = 250^{\circ}C$ снижается, а при температуре $T = 350^{\circ}C$ динамическая прочность не уменьшается, как в случае с температурой $T = 250^{\circ}C$, а наоборот увеличивается.

Основной величиной, определяющей поведение материалов при динамическом нагружении, является коэффициент динамического упрочнения $K_{ду}$, характеризующий изменение динамических прочностных характеристик материала и представленный в виде отношения динамической прочности материала к статической.

Таблица 1

Результаты динамических испытаний арматуры

Нагружение	Временное сопротивление, МПа		
	$T = 20^0 C$	$T = 250^0 C$	$T = 350^0 C$
При статике	679,8	834,42	625,59
При динамике 1.0 сек	712,8	573,56	696,98
При динамике 0.4 сек	719,4	559,06	700,66

Таблица 2.

Результаты испытаний арматуры в процентном соотношении

Нагружение	Временное сопротивление, %		
	$T = 20^0 C$	$T = 250^0 C$	$T = 350^0 C$
При статике	100	122,7	92
При динамике 1.0 сек	104,9	84,4	102,5
При динамике 0.4 сек	105,8	82,2	103,1

$$K_{ду} = R_d/R_{ст}$$

В работах [1] и [2] изложены существующие методы расчета элементов на динамическое воздействие. Так же в работе [3], помимо динамического воздействия, рассмотрено температурное воздействие, которое существенно сказывается на деформативных и прочностных характеристиках элементов, в частности на модуль упругости материала.

На основе проведенных экспериментальных исследований и уже существующих [4] были рассчитаны величины для определения прочностных и деформативных характеристик бетона и арматуры. Данные показаны в табл. 3.

Таблица 3

Изменение физико-механических свойств арматуры и бетона при температурном воздействии.

Температурное воздействие	$K_{db}(T)$	$K_{ds}(T)$	$\beta_{db}(T)$	$\beta_{ds}(T)$
$T = 20^0 C$	1,19	1,06	1,2	1,2
$T = 250^0 C$	0,98	0,67	0,9	0,8
$T = 350^0 C$	0,93	1,11	0,8	1,22

$K_{db}(T), K_{ds}(T)$ – коэффициенты динамического упрочнения бетона и арматуры при температуре. $\beta_{db}(T), \beta_{ds}(T)$ – коэффициенты, учитывающие изменение модуля упругости бетона и арматуры при температуре, с учетом динамического нагружения. С учетом изменения прочностных и деформативных характеристик бетона и арматуры, используя существующую методику [1], [2] был рассчитан конкретный случай при трех сценариях: при нормальных условиях, при температуре $T = 250^0 C$ и при температуре $T = 350^0 C$: Железобетонная колонна квад-

ратного сечения $b \times h = 0,4 \times 0,4$ м с расчетной длиной $l_0 = 4 \times 0,7 = 2,8$ м. Закрепления: сверху шарнир, снизу жесткая заделка. Бетон класса В30, $R_b = 17$ МПа, $R_{bt} = 1,15$ МПа, $E_b = 32,5 \times 10^3$ Мпа. Арматура класса А500 (4Ø28), $R_s = R_{sc} = 435$ Мпа, $E_s = 2 \times 10^5$ МПа, $A_s = A'_s = 12,32$ см², $(A_s + A'_s) = 24,64$ см². На колонну действует продольная динамическая сила, изменяющаяся по нарастающему закону (1) с максимальным значением $N_m = 500$ кН и эксцентриситетом $e_0 = h$. Эффективное время действия динамической нагрузки $t_{ef1} = 0,4$ с.

$$N(t) = N_m e^{\frac{1}{E} \left(\frac{t-t_{ef1}}{B} \right)^2}, \text{ при } t > t_1$$

 (1), где E – коэффициент, показывающий интенсивность нарастания нагрузки

$$B = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot N_m}; \quad t_1 - \text{ время образования нормальных трещин.}$$

Влияние динамических прочностных характеристик арматуры не влияет на время образования нормальных трещин t_1 , а напрямую зависит от прочностных и деформативных характеристик бетона[5,6,7]. В данном расчете приводится диаграмма момент-кривизна железобетонного элемента при температурном воздействии 200, 2500, 3500 (рис. 2). Из диаграммы видно, что наибольшая кривизна элемента в конце стадии II при температуре 350⁰С. Это обусловлено прочностными и деформативными характеристиками арматурной стали [9]. Изгибающий момент трещинообразования в начале стадии II при температурном воздействии 250⁰С и 350⁰С снизился на 7-9 % относительно того же момента при 20⁰С. Момент внутренних усилий, при котором арматура в растянутой зоне достигает предела текучести, в конце стадии II при 250⁰ снизился на 25 % по отношению к этой же величине при 20⁰С, а при 350⁰С эта разница практически отсутствует. Экспериментальные исследования арматуры класса А500 показывают, что при нормальных условиях динамическая прочность арматуры повышается на 5,8 %, при температуре $T = 250^0\text{C}$ снижается на 17,8 %, а при температуре $T = 350^0\text{C}$ временное сопротивление не уменьшается, как при температуре $T = 250^0\text{C}$, а наоборот увеличивается на 3,1 %. Данная статья указывает на необходимость проведения дополнительных исследований арматурной стали при огневых воздействиях .

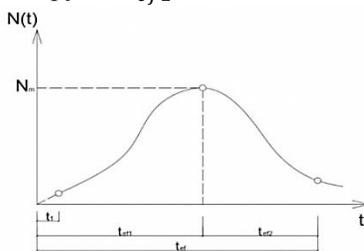


Рис. 1. График зависимости динамической нагрузки от времени



Рис. 2. Диаграмма момент-кривизна

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Аветисян Л. А.* Прочность и деформативность сжатых железобетонных элементов при динамическом нагружении в условиях огневых воздействий – М.: МГСУ, 2015 С. 96-132.
2. *Пугачев В. И.* Расчет внецентренно сжатых гибких железобетонных элементов на действие кратковременных динамических нагрузок С. 36-92.
3. *Л. А. Аветисян, А. Г. Тамразян* Влияние динамического эффекта на несущую способность железобетонных колонн, работающих в условиях огневых воздействий. Вестник МГСУ. 2013. № 10. С. 14-18.
4. *Тамразян А.Г., Аветисян Л.А.* К расчету внецентренно- сжатых железобетонных элементов на кратковременную динамическую нагрузку. Строительство, наука и образование, 2013г.
5. *Клюева, Н.В.* Исследование динамических догрузений в железобетонных неразрезных балках с использованием статико – динамических диаграмм [Текст]// Клюева Н.В., Шувалов К.А. Вестник отделения архитектуры и строительных наук. – Москва-Орел - Курск: РААСН, «Госуниверситет - УНПК– Вып. 15 . – 2011.. -С. 108-113 .
6. *Кабанцев, О.В.* Расчетно-экспериментальный метод анализа динамической прочности железобетонных конструкций / Н.Н. Белов, О.В. Кabanцев, Д.Г. Копаница, А.А. Югов, Н.Т. А.Н. Овечкина, Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2005. - № 4. - С. 63-65.
7. *Avetisyan L.A.* Strength and stability of reinforced beam column concrete elements under dynamic loading with fire exposure conditions. the 4th NZAAR international event series on natural and built environment, cities, sustainability and advanced engineering, pp 60-69.

МЕТОДИКИ РАСЧЕТА НЕСУЩИХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК

В настоящее время все чаще проводятся исследования по определению воздействий ветра на высотные здания. Исходя из значительной ответственности высотных зданий, к ним должны предъявляться повышенные требования к расчетам, заключающимся в использовании наиболее точных и научно обоснованных методик расчета. Большинство строительных правил и норм предлагают рассматривать уточненные методики расчета для более точной оценки напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов высотного здания.

Поэтому инженерам необходимо разрабатывать более рациональный подход к оценке характера ветровых воздействий.

Особое внимание стоит обратить, на изучение строительных норм и правил, действующих в других странах, так как высотное строительство за рубежом развито гораздо лучше, чем в России.

Мной были изучены и проанализированы действующие нормативные документы США, Канады, Китая. Краткое описание применяемых в этих странах методик приводится ниже.

Методика, действующая в США

При определении ветровой нагрузки по нормам США учитываются: скорость ветра, определяемая по карте районирования территории, рельеф местности (месторасположение здания относительно склона), тип местности (центр города, пригород, открытые территории, прибрежная зона), назначение строящегося здания (коэффициент важности), динамическая составляющая.

Следует отметить, что нормы США приводят две формулы для определения ветровой нагрузки на высотное здание: для «гибких» зданий (1) и для зданий высотой более 18 м (2).

$$P = q \times G_f \times c_p - q_i(Gc_{pi}) \quad (1)$$

$$P = q \times (Gc_p) - q_i(Gc_{pi}) \quad (2)$$

где G_f – коэффициент пульсации; c_p – аэродинамический коэффициент на кровле здания; q , q_i , q_n – коэффициент, учитывающий изменение давления ветра по высоте; (Gc_p) – коэффициент наружного давления ветра на стену; (Gc_{pi}) – коэффициент внутреннего давления.

При расчете коэффициент (C_{sp}) определяется по специальному графику [4,5] в зависимости от геометрических размеров здания и к тому же изменяется по высоте. Коэффициент воздействия (C_{sp1}) принимается по соответствующей таблице. Коэффициент c_p определяется только при расчете нагрузки на крышу по специальной таблице в зависимости от угла наклона кровли.

Методика, действующая в Канаде

В отличие от методики, действующей в США, в ней приводится только одна расчетная формула:

$$P = qc_e c_g c_p \quad (3)$$

где q – нормативное значение ветрового давления; c_e – коэффициент, учитывающий изменение давления ветра по высоте (для определения приводятся таблица и график); c_g – коэффициент пульсации; c_p – аэродинамический коэффициент, который зависит от формы здания

и принимается постоянным по высоте, находится по таблицам дополнения к документу.

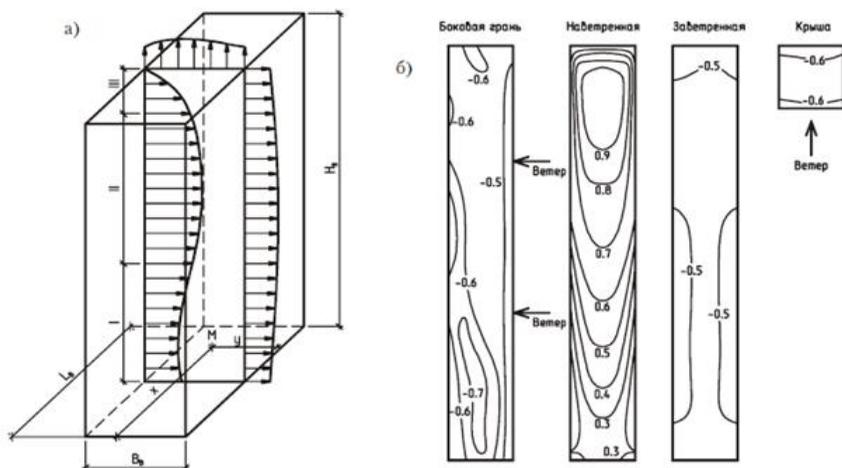


Рис.1 Схемы распределения аэродинамических коэффициентов:
 а) аэродинамические коэффициенты при расположении высотного здания в застройке;
 б) распределение аэродинамических коэффициентов на поверхностях высотного здания.

Методика, действующая в Китае

Данная методика учитывает нормативное значение ветрового давления, принимаемое по соответствующим картам районирования, тип местности (открытые пространства, сельские и пригородные террито-

рии, застроенные городские районы), постоянство нагрузки, т. е. динамическую составляющую и предлагает вести расчет по формуле:

$$\omega = \beta_z \mu_s \mu_z \omega_0 \quad (4)$$

где β_z – фактор постоянства нагрузки;

μ_z – коэффициент, учитывающий изменение давления ветра по высоте;

ω_0 – нормативное значение ветрового давления,

μ_s – коэффициент формы здания (аэродинамический коэффициент), принимается постоянным по высоте здания, а для крыш обуславливается углом наклона. Для определения этого коэффициента составлены специальные таблицы.

Анализ методик США, Канады, Китая показывает, что наиболее полными являются нормы, действующие в США, т. к. в них представлена наиболее подробная градация типов местности, учитываются рельеф, динамическая составляющая скорости и непостоянство аэродинамического коэффициента по высоте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шуллер В., под ред. Казиной.* Конструкции высотных зданий - 1980 г.
2. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85.
3. СП «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования. (Проект. Первая редакция). 2016 г.
4. *Кабанцев, О.В.* Метод расчета многоэтажных зданий с учетом процесса изменения расчетной схемы при различных режимах работы [Текст] / О.В. Кabanцев // Вестник МГСУ. – 2013. – №10. – С. 43-51.
5. *Тамразян А.Г.* Безопасность московских высотных зданий. Жилищное Строительство. №12, 2000 г.

ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЧНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК

Объем строительства зданий и сооружений различного назначения из железобетона в условиях холодного климата Российской Федерации постоянно растет. Северная строительная климатическая зона РФ в зависимости от температуры подразделяется на три климатических района с условиями: 1 - наименее суровыми; 2 - суровыми; 3 - наиболее суровыми [1].

Условия климатического района	Температура, °С		
	абсолютная минимальная	наиболее холодных суток	наиболее холодной пятидневки
Наименее суровые	-51	-43	-38
Суровые	-60	-53	-51
Наиболее суровые	-71	-63	-62

В связи с этим актуальным является вопрос о напряженно-деформированном состоянии железобетонных конструкций при отрицательных температурах и, в частности, влияние отрицательных температур на их прочность [2,3].

Ниже приведены отдельные результаты экспериментальных исследований прочности железобетонных балок при их замораживании от +20°С до -50°С.

Опытные образцы представляли собой железобетонные балки прямоугольного сечения с размерами 10х20 см и длиной 220 см. Балки армировались пространственным вязаным каркасом. В растянутой зоне каркас имел два стержня диаметром 12 мм из арматуры класса А400. Процент армирования при этом составил $\mu = 1,29\%$. Толщина защитного слоя бетона для рабочей арматуры равнялась 19 мм. Испытание балок осуществлялось с помощью двух гидравлических домкратов по 5 тонн каждый. Нагружение производилось ступенями по 10% от разрушающей нагрузки R_{des} , с выдержкой на каждом ступени 20 минут с последующим измерением деформаций, прогибов и ширины раскрытия нормальных трещин испытываемой балки. Перед испытанием железобетонные балки разбивались на серии в зависимости от температуры испытания: Б1+20, Б2-0, Б3-20, Б4-30, Б5-35, Б6-40, Б7-50.

В связи с тем, что существенную роль на деформативно-прочностные свойства бетона оказывает его влажность, перед испытанием все балки водонасыщались в течение 7 суток [2,3,4].

Изменение абсолютной и относительной несущей способности изгибаемых балок при различных отрицательных температурах, представлены на рис.1,2.

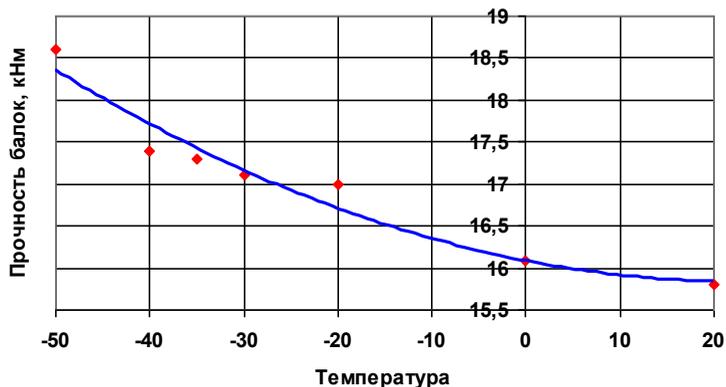


Рис.1. Абсолютная прочность железобетонных балок.

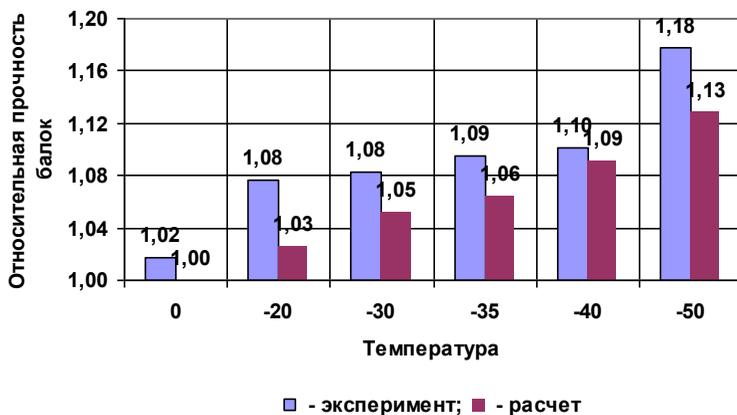


Рис.2. Относительная прочность железобетонных балок.

Опытные разрушающие моменты устанавливались по значительному нарастанию прогибов балок и деформаций растянутой арматуры. При достижении напряжений в арматуре, равных пределу текучести, деформации арматуры и прогибы балок возрастали без значительного увеличения нагрузки, при дальнейшей попытке нагружения происходило раздробление бетона сжатой зоны. Момент, при котором развивались деформации текучести в арматуре, фиксировался тензорезисторами,

при этом они показывали резкое увеличение деформаций до $(270...300) \times 10^{-5}$ относительных единиц. Расчетный момент и высоту сжатой зоны, соответствующие напряжениям текучести в арматуре, определяли по формулам:

$$M_{des} = R_{s,T} \cdot A_s \cdot (h_0 - 0,5x), \quad x = \frac{R_{s,T} A_s}{R_{b,T} b}$$

где $R_{s,T}$, $R_{b,T}$ - прочность растянутой арматуры и сжатого бетона при соответствующей отрицательной температуре; A_s - площадь растянутой арматуры; b , h_0 - ширина и рабочая высота поперечного сечения балки. Из анализа представленных на рис.1,2 результатов можно сделать вывод, что с понижением температуры замораживания наблюдается увеличение прочности железобетонных балок по сравнению с их прочностью, испытанных в нормальных условиях при температуре $+20^{\circ}\text{C}$. При температуре -50°C прочность железобетонных балок при кратковременном статическом нагружении увеличилась на 18%. Отклонение расчетных значений предельных изгибающих моментов от опытных значений составляет в среднем 3%, что говорит об их хорошей сходимости и необходимости учета влияния отрицательной температуры на прочность бетона и арматурной стали.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свод правил СП 52-105-2009 «Железобетонные конструкции в холодном климате и на вечномерзлых грунтах». М.: ФГУП «НИЦ Строительство», 2009. 32 с.
2. *Истомин А.Д.* Работа статически неопределимых центрально-растянутых железобетонных элементов при отрицательной температуре // Технология текстильной промышленности. 2017. № 2 (368). С. 141-144.
3. *Истомин А.Д., Истомин А.С.* Температурные усилия в статически неопределимом железобетонном бруске при его замораживании до -50°C // Научное обозрение - 2015. № 24. С. 88-91.
4. *Тамразян А.Г.* Бетон и железобетон: проблемы и перспективы. Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 7. С. 51-54.

УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМОЙ ВНЕШНЕГО АРМИРОВАНИЯ CARBONWRAP

Усиление железобетонных конструкций - комплекс конструктивных мероприятий и технологических работ, направленных на повышение несущей способности и эксплуатационных свойств конструкции. Усиление железобетонных конструкций выполняется различными методами, одним из которых является метод усиления системой внешнего армирования композитными материалами [1].

Внешнее армирование железобетонных конструкций выполняется наклеиванием изделий из композитных материалов на поверхность железобетонной конструкции, изготовленных на заводе (ламинатов), либо послойно термореактивными адгезивами изделия из непрерывного углеродного или стеклянного волокна в виде холстов, сеток и др. тканых материалов, в последствии которые твердеют и образуют однослойный или многослойный композитный материал. Система внешнего армирования *CarbonWrap* обладает малым собственным весом и толщиной усиления. Такая система устойчива к коррозии и агрессивным воздействиям, обладает высокими механическими характеристиками, что обеспечивает сокращение временных и трудовых затрат, а также позволяет проводить работ по усилению без остановки эксплуатации объекта. Элементами системы внешнего армирования *CarbonWrap* являются ленты, ткани, сетки, ламели, анкерные жгуты на основе углеродного волокна. Углеродные ленты *CarbonWrap Tape* применяются для всех видов конструкций, также просты при монтаже, и бывают в ширину от 150-600 мм. Расчётные толщины лент монослоя бывают от 0,128-0,294мм. Поверхностная плотность – 230, 53г/м², модуль упругости и прочность на растяжение по углепластику соответственно – 245ГПа и не менее 3,6 ГПа. Углеродные сетки *CarbonWrap Grid* используются для усиления железобетонных конструкций, где требуется меньший расход материала по сравнению с углеродными лентами, например, для фасадных панелей и тонкостенных конструкций. Поверхностная плотность сеток варьируется от 150 - 600 г/м². Например для сеток *Carbon-Wrap Grid 150/1200* разрывная прочность в продольном направлении, не менее 2600 МПа, а в поперечном – не менее 2100МПа.

Существуют углепластиковые ламели *CarbonWrap Lamel* и *Carbon-Wrap Lamel T*. Первые представляют собой ленты из углеродного волокна шириной 50,100,120мм и длиной 100м и в зависимости от прочности при растяжении и модуля упругости делятся на 4 вида: *Carbon-Wrap Lamel* ($R_{FR} \geq 2800$ МПа, $E_F \geq 165$ Гпа), *CarbonWrap Lamel HS**

($R_{fR} \geq 3500$ МПа, $E_f \geq 170$ ГПа), *CarbonWrap Lamel M* ($R_{fR} \geq 2400$ МПа, $E_f \geq 210$ ГПа), *CarbonWrap Lamel HM* ($R_{fR} \geq 1500$ МПа, $E_f \geq 300$ ГПа).

Вторые – углеродные пластины толщиной в 5 мм, шириной 120 мм и длиной до 12м. Эти высокопрочные ламели из углеродного волокна применяются для усиления конструкций высокоответственных объектов, для усиления элементов с большими размерами сечений и при повышенных нагрузках. Анкерные жгуты *CarbonWrap Anchor* на основе углеродного волокна также являются элементами внешнего армирования. Они используются в союзе с углеродными лентами, тканями, сетками. Их преимуществами являются долговечность, высокая стойкость к коррозии, малый вес. Анкерные жгуты *CarbonWrap Anchor* обладают диаметром от 4-16мм.

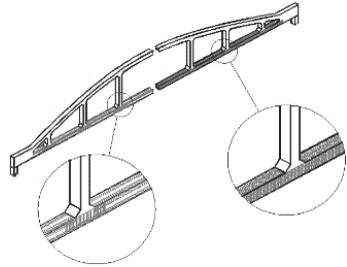


Рис.1. Усиление центрально-растянутых элементов за счёт СВА

Пример расчёта усиления растянутого пояса фермы сечения $b \times h = 250 \times 200$ мм армирована арматурой класса *AIV* ($R_s = 510$ МПа) $7\phi 14$ с $A_s = 1077$ мм². Усиление выполняется ламелями *CarbonWrap* ($E_f = 210000$ МПа, $R_{fR} = 2400$ МПа). Требуется проверить прочность пояса при новой нагрузке $N = 60,5$ т (593,5 кН), возникшей вследствие повышения снеговой нагрузки на покрытие [2,3].

Расчёт ведётся из условия $N \leq N_{ult}$, где N_{ult}

- усиление, воспринимаемое арматурой пояса и ламелями.

$$N_{ult} = R_s A_s + \sigma_f A_f; \quad \sigma_f = \varepsilon_{fe} \cdot E_f \leq R_f$$

$$\varepsilon_{fe} = k_v \varepsilon_f \leq 0,004; \quad k_v = \frac{k_1 k_2 L_{ef}}{11900 \varepsilon_f} \leq 0,75,$$

где ε_{fe} – расчётная деформация в ламели, определяемая способностью передавать напряжения через адгезив. k_v – коэффициент запаса, определяемый при:

$$k_1 = \left(\frac{R_b}{27} \right)^{2/3} = \left(\frac{17}{27} \right)^{2/3} = 0,74; \quad k_2 = 1,$$

и значение относительной деформации:

$$\varepsilon_f = \frac{R_f}{E_f}$$

Расчётное сопротивление ламеля растяжению:

$$R_f = \frac{\gamma_{f1}}{\gamma_f} R_{fn} = \frac{0,95}{1,2} 2400 = 1900 \text{ МПа}; \gamma_{f1} = 0,95, \gamma_f = 1,2$$

$$\varepsilon_f = \frac{1900}{210000} = 0,009.$$

Эффективная длина анкеровки определяется при числе слоёв, наклеиваемых ламелей $n=1$, и толщине ламелей $t_f = 1,4 \text{ мм}$:

$$L_{ef} = \frac{23300}{(n \cdot t_f \cdot E_f)^{0,58}} = \frac{23300}{(1 \cdot 1,4 \cdot 210000)^{0,58}} = 15,7 \text{ мм}$$

$$k_v = \frac{0,74 \cdot 1 \cdot 15,7}{11900 \cdot 0,009} = 0,108 \leq 0,75$$

$$\varepsilon_{fe} = 0,108 \cdot 0,009 = 0,00098$$

$$\sigma_f = 0,00098 \cdot 210000 = 205 \text{ МПа} \leq R_f = 1900 \text{ МПа}$$

Условие выполнено. При ширине ламеля $b_f=120 \text{ мм}$, толщине $t_f=1,4 \text{ мм}$ и двусторонней наклейке площадь усиления A_f составит:

$$A_f = 2 \cdot b_f \cdot t_f = 2 \cdot 120 \cdot 1,4 = 336 \text{ мм}^2$$

$$N_{ult} = 510 \cdot 1077 + 205 \cdot 336 = 618150 \text{ Н} = 618,15 \text{ кН}$$

$$N = 593,5 \text{ кН} \leq N_{ult} = 618,15 \text{ кН}$$

Условие выполнено.

В результате проведённой работы выявлено, что при расчёте усиления центрально-растянутых железобетонных конструкций, прочностные свойства углеродного волокна недоиспользуются и ограничиваются способностью подложки воспринимать усилия от углеродного волокна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тамразян А.Г., Федорова Н.В. Оценка надежности железобетонных конструкций, усиленных внешним армированием с использованием углеродного волокна. (2016) *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*, 2016-January (6), pp. 226-230.

ПРОЧНОСТЬ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ ПРИ РАЗНОСТОРОННЕМ ОГНЕВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Несмотря на большое количество исследований, посвященных огнестойкости железобетонных элементов, которыми занимались А.И. Яковлев [1]; В.Е. Левитинский [2]; А.Г. Тамразян [3]; и др.[4], на сегодняшний день проведено мало сравнительных исследований при различных комбинациях огневого воздействия. В связи с этим оценка огнестойкости железобетонных конструкций при различных комбинациях огневого воздействия является актуальной задачей. Согласно данному СТО 36554501-006-2006 [5] для многопустотных железобетонных плит перекрытий I степени предел огнестойкости должен быть не менее 60 мин (REI60). При огневом воздействии на элемент изменяются нормативные и расчётные сопротивления бетона на осевое сжатие и растяжение (рис. 1а). При высокотемпературном огневом воздействии изменяются свойства и арматуры (рис. 1б).

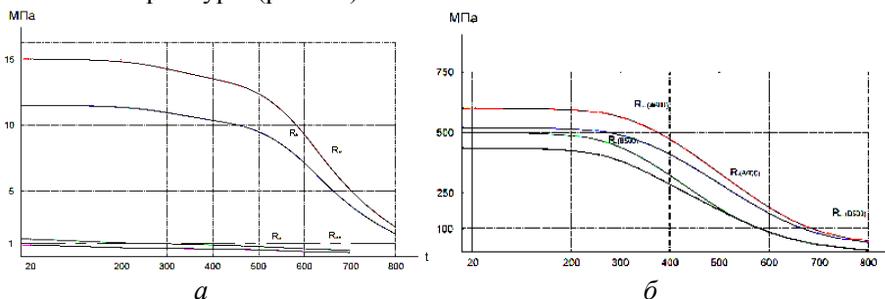


Рис.1. Изменение прочностных характеристик для: а) бетона; б) арматуры

В многопустотных плитах предел огнестойкости может наступить при действии изгибающего момента от нормативной равномерно распределённой нагрузки; в опасном наклонном сечении от поперечной силы и проскальзывания арматуры на опоре; при нагреве контактного слоя бетона и арматуры до критической температуры.

В работе оценивается предел огнестойкости многопустотной плиты с размерами 5,9x1,2 м при одностороннем (снизу, сверху) огневом воздействии при стандартном температурном режиме по [6,7].

Исходные данные: в таблицах 1 и 2 приведены нагрузки на 1 м² плиты перекрытия:

Таблица 1

Исходные данные

Нагрузки	Нормативные, кН/м ²	Расчётные, кН/м ²
Постоянная g	4,26	4,85
Временная, длит. V _{лон}	1,4	1,82
Временная V	5,9	7,27
Полная g+V	10,16	12,12

Огневое воздействие снизу.

Условие для расчёта железобетонных элементов по наклонным сечениям на действие моментов по [5] (с учётом изменения физико – механических свойств по (по рис.1):

$$M_n \leq M_s + M_{sw}; \quad (1)$$

$$M_s = 0.9 \cdot N_s \cdot h_o; \quad (2)$$

$$M_{sw} = 0.5 \cdot g_{sw} \cdot h_o^2; \quad (3)$$

Условие определения усилия, воспринимаемым анкерующим стержнем арматуры и его сравнение с максимально допустимым усилием:

$$N_s = (\eta_1 \cdot R_{btnt} \cdot l_s \cdot U_s / \alpha) \leq R_{snt} \cdot A_s; \quad (4)$$

В результате сравнения N_s и $R_{snt} \cdot A_s$ получается, что при огневом воздействии $t = 700^\circ\text{C}$ и выше, усилие в продольной растянутой арматуре становятся больше максимально допустимых усилий.

Из проверки условия (1) следует, что момент от нормативной нагрузки становится больше суммы моментов, воспринимаемых продольной и поперечной арматурой при $t = 200^\circ\text{C}$ и выше, т.е. при таком огневом воздействии снизу для данной плиты условие прочности перестаёт выполняться (предел огнестойкости не обеспечен по R).

Потери предварительного напряжения арматуры:

При огневом воздействии во время пожара происходят дополнительные потери предварительного напряжения в арматуре.

Таблица 2

Потери предварительного напряжения.

°C	20	200	300	400
$\Delta\sigma_{sp1}$, МПа	14,4	14,4	-	-
$\Delta\sigma_{sp5}$, МПа	47,6	53,6	70,8	95,2
$\Delta\sigma_{sp6}$, МПа	0,103	9,06	10,2	-

Условие для расчёта железобетонных элементов по наклонным сечениям на поперечной силы по [5]:

$$Q_n \leq Q_b + Q_{sw}; \quad (5)$$

$$Q_b = \varphi_{b2} \cdot R_{btnt} \cdot b_t \cdot h_o^2 / c; \quad (6)$$

$$Q_{sw} = \varphi_{sw} \cdot q_{sw} \cdot c; \quad (7)$$

В результате проверки условия огнестойкости (5) можно сказать, что для данной железобетонной плиты перекрытия при нормативных нагрузка, условие полностью выполняется. Итак, в представленной железобетонной плите потеря несущей способности наступает от действия

изгибающего момента в середине пролёта при достижении арматурой продольной $t = 200^\circ\text{C}$.

Огневое воздействие сверху.

Так как температура сжатой зоны бетона и сжатой арматуры высокая, то в формулу (9) вводят нормативное сопротивление бетона сжатию и сопротивление сжатию арматуры. Далее определяют критическое значение коэффициента условий работы растянутой арматуры (10). Зная $\gamma_{st,cr}$, в зависимости от класса арматуры по табл. 2 [5] определяют критическую температуру нагрева арматуры $t_{s,cr}$.

$$x = (R_{st}A_s - R_{sc}A'_s)/R_{bn}b \quad (9)$$

$$\gamma_{st,cr} = [M_n - R_{sc}A'_s(0,5x - a')]/R_{st}A_s(h_0 - 0,5x) \quad (10)$$

Анализируя полученные в результате вычислений данные и используя табл. 5.5 [5] можно сделать вывод, что критическая температура нагрева арматуры при огневом воздействии сверху находится в пределах $600 - 700^\circ\text{C}$.

Вывод: для железобетонной преднапряженной плиты перекрытия при огневом воздействии снизу потеря несущей способности происходит при достижении продольной арматурой температуры $t = 200^\circ\text{C}$, в то время как при огневом воздействии сверху – при $t = 600-700^\circ\text{C}$. Исходя из полученных результатов и воспользовавшись данными [5] можно с уверенностью сказать, что предел огнестойкости при огневом воздействии сверху составляет более 230 минут, в то время как при воздействии снизу – 80-90 минут.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Яковлев А.И.* Основы расчёта огнестойкости железобетонных конструкций: Дис. докт. техн. наук / МИСИ. М., 1996. 515 с.
2. *Левитинский В.Е., Молчадский И.С., Александров А.В.* Огнестойкость и пожарная опасность строительных конструкций. М.: Изд-во АСВ, 2009. 408 с.
3. *Тамразян А. Г., Звонов Ю. Н.* К оценке надежности изгибаемых железобетонных плит при огневых воздействиях // Научное обозрение. 2015. № 14. С. 130-133.
4. *Аветисян Л.А.* Прочность и деформативность сжатых железобетонных элементов при динамическом нагружении в условиях огневых воздействий. Дисс. ... канд. техн. наук / Аветисян Левон Аветисович. – М.: НИУ МГСУ. – 2015. – 215 с.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВОДОНАСЫЩЕНИЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ БЕТОНА ПРИ ЕГО ЗАМОРАЖИВАНИИ ДО -65°C

Особенность работы железобетонных конструкций в условиях Крайнего Севера состоит в том, что из-за температурных воздействий могут возникать значительные температурные усилия и напряжения. Величина их зависит от перепада температуры, модуля деформаций и коэффициента температурных деформаций (КТД) бетона. На величину коэффициента температурных деформаций бетона при отрицательных температурах оказывает влияние ряд факторов: степень водонасыщения бетона, объем и вид пор, вид цемента и крупного заполнителя. При этом определяющим является влажность бетона [1,3].

Поэтому вопрос о водонасыщении образцов занимает особое место в методике исследований поведения бетона и железобетона при низкотемпературных воздействиях. Следует отметить, что в настоящее время отсутствуют стандартные методы определения коэффициента температурных деформаций бетона, включенные в ГОСТ.

Помимо естественного водонасыщения образцов с помощью поэтапного или полного погружения образца в воду, используются искусственные методы: например, вакуумирование, кипячение, избыточное давление [2]. При этом результаты исследований рекомендуется использовать при проектировании железобетонных конструкций.

Цель проведенных исследований – изучение коэффициента температурных деформаций бетона в зависимости от способов его водонасыщения при понижении температуры до -65°C .

В качестве опытных бетонных образцов использовались стандартные бетонные призмы с размером $10 \times 10 \times 40$ см. Состав бетона 1:1,5:4,1. Водоцементное отношение - 0,5. Возраст бетона к моменту испытаний составил 18 месяцев. Перед испытанием в термокамере бетонные образцы разбивались на четыре серии. Перед испытанием образцы первой серии водонасыщались поэтапно при атмосферном давлении; образцы второй серии водонасыщались при вакуумировании; образцы третьей серии водонасыщались при избыточном давлении в одну атм.; образцы четвертой серии водонасыщались кипячением.

После выдержки бетонных призм при соответствующем влажностном режиме образцы помещались в резиновые чехлы для сохранения приобретенной ими влажности во время эксперимента. Оборудовались индикаторами часового типа с ценой деления 0,001 мм на базе 250мм и

помещались в термокамеру при температуре воздуха 20°C . Затем температура понижалась ступенями через 5°C до -65°C . На каждой ступени призмы выдерживались 30 минут до полного выравнивания температуры по сечению образцов. Производилось измерение температурных деформаций.

На рисунке 1 представлены кривые изменения коэффициента температурных деформаций бетона (α_b) различной влажности (в зависимости от способа водонасыщения), при понижении температуры до -65°C .

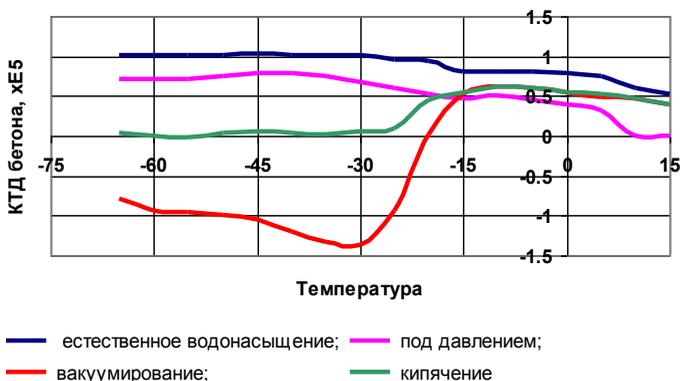


Рис. 1. Изменение коэффициента температурных деформаций бетона

Из графиков видно, что значения КТД бетона естественного водонасыщения и при избыточном давлении с понижением температуры до -30°C плавно увеличиваются. В диапазоне температур от -30°C до -65°C α_b становится практически постоянным и соответственно равным $\alpha_b = 1,02 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$ и $\alpha_b = 0,75 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$. Существенно другой характер имеют кривые, отражающие изменение КТД бетона водонасыщенного вакуумированием и кипячением. Начиная с температуры -15°C КТД бетона начинает уменьшаться.

На рисунке 2 представлена диаграмма значений коэффициента температурных деформаций бетона при температуре -65°C .

Из представленных результатов видно, что способ водонасыщения существенно влияет на величину КТД при -65°C . При естественном способе водонасыщения бетона $\alpha_b = 1,01 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$. При искусственных способах водонасыщения значение КТД значительно меняется. Так при водонасыщении под давлением $\alpha_b = 0,71 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$, то есть уменьшается на 30%; при водонасыщении кипячением $\alpha_b = 0,04 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$, то есть уменьшается на 96%; при водонасыщении

вакуумированием $\alpha_b = -0,78 \cdot 10^{-5} \text{град}^{-1}$, то есть наблюдается так называемое «аномальное расширение» бетона. Это можно объяснить вскрытием и заполнением водой условно замкнутых пор, в которые уже не может поступать вода, вытесняемая из капилляров при понижении температуры.

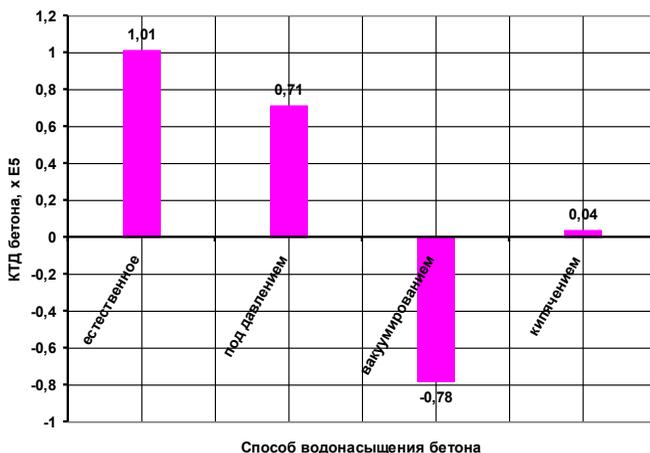


Рис.2. Коэффициент температурных деформаций бетона при -65°C

Таким образом, искусственное водонасыщение может вызывать деструктивные процессы в бетоне до его замораживания, что существенно влияет на величину коэффициента температурных деформаций бетона и не отражает его истинное значение при однократном замораживании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Истомин А. Д., Александров Е.Н.* Коэффициент линейной температурной деформации фибробетона при его замораживании до -70°C . // Научное обозрение. № 8, 2014. С. 58-60.
2. *Москвин В.М., Капкин М.М., Савицкий А.Н., Ярмаковский В.Н.* Бетон для строительства в суровых климатических условиях. Л.: Стройиздат, 1973. 172с.
3. *Тамразян А.Г.* Влияние воды на деформативность бетона. Известия Академии «Промышленная экология», № 4, 1998г. С.16-18.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ И СЕЙСМОСТОЙКОСТИ КЛАДКИ СТЕН ИЗ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ БЛОКОВ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРЖДЕНИЯ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ШВАХ КЛАДКИ СОВРЕМЕННЫХ КЛЕЕВЫХ РАСТВОРОВ

По данным проведенных исследований «Национальной ассоциацией производителей автоклавного газобетона» (НААГ) годовой выпуск ячеистобетонных блоков различных марок и видов в 2014 г. составил на российском рынке свыше 15,9 млн. м³, что в 3,5 раза больше, чем в 2005 г. И с каждым годом доля газобетона в общем объеме стеновых строительных материалов растет. И это не удивительно, так как ячеистый бетон имеет ряд преимуществ – это легкий и прочный экологичный материал с высокими тепловыми характеристиками за счёт пор, равномерно распределенных по всему объему. Более того, такой материал прост в обработке и имеет большой ассортимент. Именно поэтому газобетонные блоки лидируют на строительных рынках. По статистике, приведенной Росстат, процент использования строительных материалов распределен следующим образом: 38,2% - газобетон, 38,1% - керамический кирпич, 16,0% - силикатный кирпич, 7,7% - прочие материалы. Уже к концу 2014 г. в России насчитывалось около 74 заводов по производству автоклавного газобетона, 50 из которых – с импортными технологическими комплексами. Именно импортные технологии позволили добиться производства материала с точными геометрическими размерами (погрешности составляют ± 1 мм), чтобы соответствовать строгим требованиям ГОСТ 31359-2007 и ГОСТ 31360-2007. Наиболее известные представители с импортными технологическими комплексами это Wehrhahn, MasaHenke, Ytong, Hebel, Hess.

Для укладки блоков используют разнообразные вяжущие: цементно-песчаные растворы, полимерцементные растворы и клеевые составы. Многие производители рекомендуют при возведении стен из газобетонных блоков использовать не цементно-песчаные растворы, а специальные полимерцементные растворы и клеевые составы, которые позволяют устраивать кладочный шов малой толщины (2-3 мм), обосновывая это рядом недостатков кладки на цементно-песчаных растворах: большая толщина шва (10-12 мм); долгий период подготовительных работ, от просеивания песка до замеса, из-за чего увеличиваются сроки работ; значительная пыльность работы; наличие «мокрых» процессов на строительной площадке, которые затрудняют проведение работ при отрицательных температурах: смесь нужно замешивать малыми порци-

ями или постоянно подогревать; наличие мостиков холода в месте швов кладки, а это дополнительные теплопотери; неоднородность раствора, зависящая не только от качества приготовления раствора, но и от технологии его нанесения. Это приводит к тому, что блоки при вертикальных нагрузках на кладку помимо сжатия испытывают еще и изгиб и в результате этого прочность кладки существенно снижается.

По результатам исследований, проведенных ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко и НААГ было выявлено, что сопротивление сжатию кладки при толщине растворных швов не более 5 мм возрастает на 20-30% по сравнению с кладкой с толщиной растворного шва 10-15 мм. Также еще увеличивается прочность сцепления (и как следствие монолитность кладки) в 3-4 раза по сравнению с цементно-песчаными растворами, что благоприятно сказывается на сейсмической стойкости кладки.

Основными нормируемыми характеристиками каменной кладки, в соответствии с требованиями действующих СП 15.13330.2012 и СП 14.13330.2011 являются сопротивление кладки сжатию (R), осевому растяжению (R_t), растяжению при изгибе по неперевязанному (R_{tb1}) и перевязанному (R_{tb2}) сечениям. Большой и подробный анализ современных исследований прочности каменной кладки приведен в работах Галкина С.Л., Деркача В.Н., Грановского А.В. и Джамуева Б.К. В работе Горшкова А.С., Гринфельда Г.И., Мишина В.Е., Никифорова Е.С., Ватина Н.И. проведен обзор исследований и показаны результаты испытаний прочности сцепления полимерного клея с ячеистым бетоном. Общий вывод, сделанный в этой работе, состоит в том, что основным требованием к растворам для тонкошовной кладки ячеистобетонных блоков является то, что величина нормального сцепления должна превышать прочность бетона на растяжение. В этом случае прочность кладки при растяжении и срезе определяется уже не характеристиками кладочного раствора, а прочностью самого бетона.

Вывод

Проанализировав результаты отечественных и зарубежных исследований, посвященных кладке из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения, можно отметить, что вопрос о повышении прочности и сейсмостойкости кладки стен из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения путем использования в швах полимерцементных растворов и клеевых составов, вместо распространённого в нашей стране цементно-песчаных растворов, недостаточно изучен и не отражен в действующих нормативных документах.

Таким образом, можно выделить три основные цели данной работы:

1. Определить расчетные сопротивления сжатию кладки из ячеистобетонных блоков классов по прочности на сжатие от В1.5 до В3.5 на

полимерцементных растворах и клеевых составах и дополнить этими значениями таблицу 3 действующего СП 15.13330.2012.

2. Определить расчетные сопротивления осевому растяжению и растяжению при изгибе по перевязанному и неперевязанному сечениям кладки из ячеистобетонных блоков классов по прочности на сжатие от В1.5 до В3.5 на полимерцементных растворах и клеевых составах и дополнить этими значениями таблицу 11 действующего СП 15.13330.2012.

3. Оценить возможность применения ячеистобетонных блоков на современных полимерцементных растворах и клеевых составах при возведении несущих, самонесущих и ненесущих стен зданий, возводимых в сейсмически опасных районах РФ, смягчив требования раздела 6.14 СП 14.13330.2014, что приведет к еще более широкому применению данного материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вишневский А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С.* Производство автоклавного газобетона в России.

2. *Грановский А.В., Джамуев Б.К., Вишневский А.А., Гринфельд Г.И.* Экспериментальное определение нормального сцепления кладки из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения на различных клеевых составах. // Строительные материалы, 2015 г. №8. С22-25.

3. *Гринфельд Г.И., Харченко А.П.* Сравнительные испытания фрагментов кладки из автоклавного газобетона с различным исполнением кладочного шва // Жилищное строительство, 2013г, №11, С30-34.

4. *Галкин С.Л.* и др. Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика. Минск: Стринко, 2006 г, 448с.

5. *Деркач В.Н.* Прочность нормального сцепления цементных растворов в каменной кладке. // Инженерно-строительный журнал, 2012г, №7. С.6-13.

6. *Грановский А.В., Джамуев Б.К.* Испытания стеновых конструкций из ячеистобетонных блоков на сейсмические воздействия // Современное производство автоклавного газобетона: Сборник докладов научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2011г. С 104-108.

7. *Кабанцев, О.В.* Частные критерии прочности каменной кладки для анализа упруго-пластического деформирования [Текст] / О.В. Кабанцев // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2013. – №3 . – С. 36-41.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНОЙ СЕТКИ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ПЕРЕГОРОДОК ЗДАНИЙ, ВОЗВОДИМЫХ В СЕЙСМООПАСНЫХ РЕГИОНАХ РФ

Проведены экспериментальные исследования прочности и деформативности перегородок из ППП с усилением и без композитной сеткой на основе базальтовых волокон производства фирмы «ВЗТМ» [1], смонтированных в натуральную величину размером 2.5×3.0 м, на действие динамической нагрузки, моделирующей сейсмические воздействия при землетрясениях интенсивностью 7-9 баллов. Для испытаний было установлено 2 опытных образца стен:

- эталонный образец – фрагмент перегородки без внешнего усиления (рис. 1);
- образец, усиленный с 2-х сторон базальтовой штукатурной сеткой производства «ВЗТМ» марки «Экострой-СБШ» и оштукатуренный гипсовым раствором «КНАУФ-Ротбанд» по грунтовке «КНАУФ-Мультигрунт» (рис. 2).

На рисунке 1 показан общий вид виброплатформы с установленным на ней эталонным образцом. Анализ результатов динамических испытаний опытных образцов перегородок позволяет отметить следующее:

1. В процессе испытаний ускорение виброплатформы 13.6 м/с^2 – в горизонтальном и 0.1 до 5.4 м/с^2 – в вертикальном направлениях, частотный спектр – в интервале от 1 до 8.1 Гц. При этом максимальная амплитуда горизонтальных колебаний виброплатформы составила 20.7 мм, вертикальных – 5.1 мм. Следует отметить, что максимальные значения вертикальных и горизонтальных ускорений были зафиксированы после появления в конструкции перегородки вертикальных и горизонтальных трещин.

2. На 2-м режиме нагружения (таблица 1) при частоте колебаний 2.8 Гц (интенсивность воздействия 7 баллов по шкале MSK-64) имело место образование волосяных трещин, проходящих по вертикальным и горизонтальным швам кладки стены.



Рис. 1. Общий вид виброплатформы с установленным эталонным образцом панели.

3. На 3-м режиме нагружения при частоте 5.0 Гц имело место разрушение угловых зон перегородки. При дальнейших режимах нагружения произошло обрушение отдельных зон перегородки.

4. Согласно рекомендациям ЦНИИСК [2] применение неусиленных перегородок толщиной 80 и 100 мм в зданиях высотой до 5 этажей допускается в сейсмических регионах РФ с балльностью площадок до 7 баллов по шкале MSK-64.

Таблица 1.

№ режима	Частота f, Гц	Амплитуда A, мм	Ускорение a, м/с ²
1	4	15,2	5,8
2	2,8	16,8	13,6 max
3	5,0	3,4	2.8
4	6,3	20,7 max	13,6

Образец, усиленный базальтовой сеткой. (рис. 2)

1. В процессе испытаний ускорение виброплатформы изменялось в интервале от 0.8 до 18 м/с² – в горизонтальном и 0.1 до 8.4 м/с² – в вертикальном направлениях, частотный спектр – в интервале от 1.2 до 8.4 Гц. При этом максимальная амплитуда горизонтальных колебаний виброплатформы составила 74.7 мм, вертикальных – 22 мм. Следует отметить, что максимальные значения вертикальных и горизонтальных ускорений были зафиксированы после появления в конструкции перегородки вертикальных и горизонтальных трещин.



Рис. 2. Общий вид панели, усиленной композитной сеткой

2. На 1-м режиме нагружения при частоте колебаний 4 Гц и ускорении виброплатформы 5.8 м/с² имело место обрушение штукатурного слоя в угловых зонах перегородки. Повреждений и трещин в кладке перегородки до данного режима нагружения не было установлено. Указанный этап нагружения соответствовал интенсивности воздействия, превышающей 9 баллов по шкале MSK-64 (4м/с²).

3. При дальнейших режимах нагружения произошло разрушение кладки в угловых зонах перегородки. Именно на этих участках отсутствовали металлические связи, соединяющие перегородку с несущим каркасом. В таблице 1 приведены параметры динамического нагружения виброплатформы в горизонтальной плоскости.

4. Применение базальтовой сетки производства фирмы «ВЗТМ» для усиления перегородок из ПГП позволяет исключить прогрессиру-

ющее обрушение перегородок и, как следствие этого, гибель людей при землетрясениях.

Выводы.

1. По результатам динамических испытаний допускается применение гипсовых перегородок толщиной 80-100 мм из ПГП производства ООО «КНАУФ ГИПС» на клеевой растворной смеси «КНАУФ-Фуген» в сейсмоопасных регионах с балльностью площадки до 7 баллов. При этом этажность зданий не должна превышать 5 этажей. Соединение перегородок с железобетонным каркасом должно осуществляться по типовой серии с применением Г-образных металлических связей (рисунок 3).

2. В сейсмоопасных регионах с балльностью площадок 8, 9 баллов допускается применять перегородки «КНАУФ-гипсолит» в зданиях различной этажности и назначения при усилении их с двух сторон штукатурным слоем из «КНАУФ-Ротбанд» по технологии «КНАУФ», армированным базальтовой сеткой производства «ВЗТМ» марки «Экострой-СБШ» с расположением связей согласно схемы на рисунке 4. [3]



Рис. 3. Узел крепления панели к элементам стен

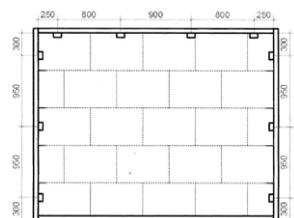


Рис. 4. Схема расположения элементов крепления перегородки к каркасу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СТО 36554501-043-2015 «Сетки строительные из базальтового волокна марки «ЭКОСТРОЙ – СБС».
2. Рекомендации по проектированию и применению перегородок из гипсовых пазогребневых плит для строительства в сейсмических районах. Шифр темы С-259, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 1990.
3. Альбом рабочих чертежей КНАУФ по «КНАУФ – гипсоплитам». Комплектные системы КНАУФ. Внутренние стены из гипсовых пазогребневых плит для жилых, общественных и производственных зданий. Шифр М8, 10/07-ПЗ. ОАО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ», г. Москва, 2007г.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНОЙ АРМАТУРЫ В МОНОЛИТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.

1. Предварительно напряженный железобетон, Цели и способы создания предварительного напряжения.

В основе строительной индустрии из железобетона лежит важный технологический процесс – строительное напряжение. Преднапряженный железобетон изготавливается путем создания сжимающих напряжений той части сечения бетона, которая при эксплуатации будет испытывать растяжение.

Предварительное напряжение создается путем натяжением некоторых стержней арматуры. Осуществить данный процесс можно двумя способами: с натяжением арматуры на упоры до момента затвердения бетона, и с натяжением арматуры на бетон заранее изготовленных элементов.

2. Применение высокопрочной арматуры в изгибаемых железобетонных элементах.

Преимущественно, предварительное напряжение применяется в тех элементах, в которых при нагрузках возникают растягивающие напряжения. Рациональное армирование играет основную роль в достоинствах монолитного железобетона. Тип арматуры, используемый в элементах таких конструкций, выбирается с учетом различных особенностей работы этих конструкций: их эксплуатационных свойств, размеров и конфигурации. Необходимо принять во внимание технологию и организацию процессов по возведению монолитных зданий.

На сегодняшний день существенно возрос спрос на использование высокопрочных бетонов в сочетании с высокопрочной арматурой. Рациональная комбинация этих материалов будет способствовать значительному увеличению эффективности их применения.

Для возведения монолитных конструкций необходимо использование специальной опалубки, подмостей и лесов. Неразрезности соединений элементов конструкции добиваются путем установки дополнительной арматуры в опорных участках монолитного бетона.

Монолитные железобетонные конструкции, обладающие высокой механической прочностью и долговечностью, имеют серьезный недостаток в виде значительной массы элементов. Использование высокопрочных сталей позволило решить такие проблемы. Анализ полученных результатов оценки основных показателей строительства с использованием предварительно напряженного железобетона позволил кон-

кредно оценить изменения этих показателей по сравнению с традиционными методами строительства без преднапряжения железобетона (табл.1)

Исходя из реалий строительной практики становится понятно, что преднапряжение железобетона открывает широкие возможности и открывает перспективу развития железобетона в виде материала для строительства более современных жилых и промышленных объектов.

Развитие предварительно напряженных железобетонных конструкций, связано с ростом их пролетов, так как переход к строительству зданий с большим шагом поперечных стен и колонн развивается очень интенсивно.

В таблице 1 приведена оценка диапазона значений сравнительного эффекта при строительстве зданий, получаемого в результате применения преднапряжения по сравнению с традиционными схемами строительства.

Таблица 1

Эффективность строительства с использованием предварительно напряженного железобетона

Наименование показателя	Эффект* (%)
Шаг колонн (пролёты), м	+ (30 / 100)%
Толщина перекрытий, см	- (5 / 20)%
Трудоёмкость, чел/ч	- (5 / 25)%
Энергоёмкость, кВт/ч	- (15 / 35)%
Затраты на эксплуатацию машин и оборудования, руб.	- (20 / 30)%
Заработная плата, руб.	- (5 / 15)%
Расход арматуры, т.	- (35 / 75)%
Расход бетона, куб/м	- (5 / 25)%
Себестоимость, руб.	- (10 / 30)%

Рост эффективности сборных железобетонных элементов, прослеживается на примере плит перекрытий.

В монолитных перекрытиях можно применять предварительно напряженную канатную арматуру, причем 50% от объема арматуры содержится в надколонных полосах, а другая часть равномерно распределяется по пролетной части. Идущие во взаимно-перпендикулярных сторонах канаты располагаются в двух уровнях по высоте сечения.

Рациональное использование технологии предварительного напряжения при строительстве монолитного железобетона открывает широкую область использования высокопрочной арматуры в проектируемых зданиях.

Выводы. Предварительное напряжение применяют в целях снижения расхода стали (использование высокопрочной арматуры):

1. повышения трещиностойкости;
2. повышения жесткости и уменьшения деформаций;
3. обжатия стыков сборных конструкций;
4. повышения выносливости конструкций, работающих под воздействием многократно повторяющейся нагрузки;
5. уменьшения расхода бетона, а, следовательно, и снижения массы конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. *Байков В. Н., Сигалов Э. Е.* "Железобетонные конструкции. Общий курс." Учебник для вузов.-5-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 1991.-767 с.: ил.
2. Железобетонные и каменные конструкции: учебник / *О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов*; под ред. *О.Г. Кумпяка*. – Томск: STT, 2013. – 748с. ISBN 978-5-93629-504-1.
3. *Звездов А.И., д. т. н. , Михайлов К.В., д. т. н. Волков Ю.С.* Предварительно напряженный железобетон, НИИЖБ 2007г.
4. *К.В. Михайлов, Ю.С. Волков*, Сборный железобетон: история и перспективы.Бетон и железобетон, 2007 №5.
5. *Мадатян С.А.* Арматура железобетонных конструкций. М. Воентехлит. 2000. 256с.
6. *Михайлов К.В.* Становление современной номенклатуры арматурных сталей// Бетон и железобетон. 1995. №2. С.6-8.
7. *Тамразян А.Г.* «Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс»: учебное пособие. М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та. 2017.-732с.
8. ГОСТ Р 52544-2006. «Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия. М. Стандартинформ.2006.20С.

Студентка 4 курса 6 группы ИСА Мурлышева Ю.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц.
Ю.А. Шапошникова

УСИЛЕНИЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯГАЕМОЙ СТЕРЖНЕВОЙ АРМАТУРОЙ

В настоящей статье рассмотрена работа монолитного перекрытия по профнастилу, опирающегося на двутавровые балки, усиливаемые предварительно напряженной стержневой арматурой. Монолитные перекрытия по металлическим балкам сегодня часто встречаются в строительстве торговых и офисных центров, автостоянок и проч. (рис. 1). При перепланировке или изменении функционального назначения здания, т.е. при увеличении нагрузок на перекрытия, возможность продления жизненного цикла таких перекрытий без больших денежных вложений и трудозатрат очень привлекательно с экономической точки зрения [1]. Поэтому усиление таких перекрытий без полной замены плиты, без подведения дополнительных балок или устройства тяжелой набетонки, является сегодня достаточно актуальной задачей. Объект расчета: монолитное перекрытие по профнастилу, опирающееся на балки двутаврового профиля.

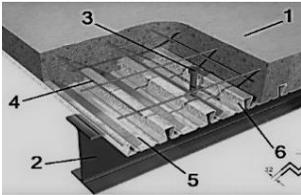


Рис. 1. Вид монолитной плиты перекрытия по профнастилу по металлическим балкам (1-бетон, 2 - стальная балка, 3 – стэдболт, 4 - сетка, 5- профлист, 6 – насечки)

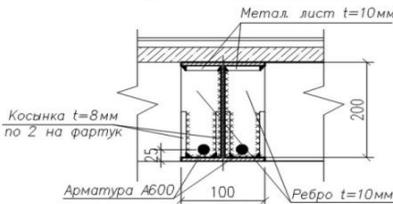


Рис. 2. Усиленное сечение балки монолитной плиты перекрытия по профнастилу.

Для расчета приняты балки трех вариантов различных сечений 20Б1, 25Б1, 30Б1, выполненные из стали С245, $R_y=245$ МПа. Расчетный пролет балок 9м, опирание шарнирное. Шаг балок 2м. Бетон перекрытия В20, $R_b=14,5$ МПа. Профнастил марки Н75. Полная расчетная нагрузка на балку q варьировалась от 5 до 30 кН/м.п. (через 5 кН/м.п.). Предлагается усиление балок перекрытия посредством установки предварительно напряженной арматуры, необходимого диаметра по расчету, в нижнем поясе

балки, что благоприятно скажется на восприятии напряжений, а также позволит уменьшить прогибы таких балок.

В расчете усиления принята арматура класса А600, $R_{s,л}=600$ МПа. Расстояние от центра тяжести арматуры до нижней грани сечения балки $a=25$ мм.

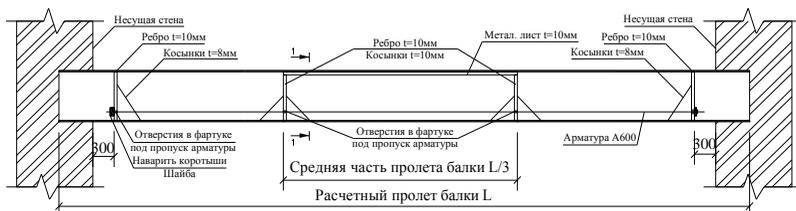


Рис. 3. Вид сбоку усиленной балки.

В такой конструкции восприятие общего изгибающего момента будет распределяться между двумя составляющими перекрытия (ж/б перекрытия по профнастилу M_1 , металлических балок M_2) согласно [2].

$$M_{\text{внеш}} = M_{1\text{внеш}} + M_{2\text{внеш}} \quad (1)$$

Распределение моментов M прямо пропорционально соотношению жесткостей B этих составляющих:

$$M_1/M_2 = B_1/B_2 \quad (2)$$

Жесткость монолитного железобетонного перекрытия по профнастилу $B_{\text{жб}}$ равна жесткости железобетонной части - сечения плиты вдоль балок, которая включается в работу вместе с балками

$$B_{\text{жб}} = 0,85 \cdot E_6 \cdot I_n \quad (3)$$

где $E_6=30000$ МПа – модуль упругости бетона В20; $I_n = b_f' \cdot h_f'^3 / 12$ – момент инерции ж/б сечения, полки плиты; b_f' и h_f' – ширина и высота полки таврового сечения.

Для выполнения расчета необходимо найти геометрические характеристики усиленного сечения балки (см. рис. 2).

Жесткость двутавра

$$B_2 = B_{\text{дв}} = E_s \cdot I_{\text{д}} \quad (4)$$

где $E_s=200000$ МПа – модуль упругости стали;

$I_{\text{д}}$ – момент инерции балки по ГОСТ 26020-83.

В соответствии с [3] максимальный изгибающий момент металлической балки усиленной арматурой А600

$$M = R_y \cdot W_{n,\text{min}} \cdot \gamma_s + R_s \cdot W_s \quad (5)$$

где $W_{n,\text{min}}$ и W_s – требуемый момент сопротивления рассчитываемой балки и арматуры соответственно; R_y и R_s – расчетное сопротивление балки и арматуры А600 соответственно; γ_c – коэффициент условий работы, принимаемые по [3]; Для удовлетворения условия прочности должно соблюдаться условие: внешний момент, действующий на балку должен быть меньше момента, который может нести балка усиленная

арматурой А600 $M_{2\text{внеш}} < M_{\text{внутр.б.}}$, и для плиты аналогично $M_{1\text{внеш}} < M_{\text{внутр.пл.}}$. В таблице 1 и на рис. 3 показаны результаты расчета по усилению двутавровых балок в диапазоне нагрузок от 5 до 30 кН/м.п.

Таблица 1.

Полученные диаметры арматуры от полной расчетной нагрузки для двутавров 20Б1, 25Б1, 30Б1

Двутавр	Полная расчетная погонная нагрузка, кН/м					
	5	10	15	20	25	30
20Б1	d=3	d=25	d=36	-	-	-
25Б1	-	d=3	d=18	d=25	-	-
30Б1	-	-	-	d=10	d=20	d=28

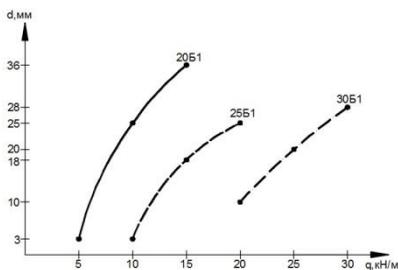


Рис. 4. Графики зависимости диаметра арматуры от полной расчетной нагрузки для различных двутавров.

Прим. В таблице 1 прочерк показывает, что сечения балки достаточно по расчету или что существующей арматуры из сортамента недостаточно.

Выводы. 1. Усиление преднапрягаемой арматурой позволяет не только увеличить несущую способность балок перекрытия, но и одновременно уменьшить прогибы балок.

2. Данный способ усиления может значительно снизить стоимость затрат на реконструкцию здания и сэкономить время затрачиваемое на производство работ.

Результаты данного исследования можно распространить и на другие диапазоны пролетов и нагрузок.

3. Стоит отметить, что при усилении нижнего пояса балок необходимо равнозначно увеличивать сечение и верхнего пояса, например стальными листами в зоне наибольшего момента (рис. 2).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тамразян А.Г., Арутюнян С.Н. К учету профилированного настила как рабочей арматуры при расчете монолитных сталежелезобетонных плит перекрытий. Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 7. С. 64-68.

*Студент магистратуры 1 года обучения 2 группы ИСА Павлов А.Ф.
Научные руководители - проф., д-р техн. наук, проф. Н.Н. Трекин, аспирант АО «ЦНИИПромзданий» И.А. Терехов*

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МНОГЭТАЖНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РАМНО-ФЕРМЕННОГО БЛОКА С ПЕРЕКРЫТИЯМИ ИЗ СБОРНЫХ ПЛИТ

В настоящее время растет потребность в многофункциональных многоэтажных зданиях, в которых требуются большепролетные перекрытия. Решение, рассматриваемое в данной статье, позволяет организовать через этаж большепролетное пространство, которое можно использовать для различного функционального назначения, например: для торговых залов, офисов типа «open space», устройства катков [1].

Особенность данного конструктивного решения состоит в том, что основным пространственным армирующим элементом смежных этажей здания является стальная ферма (рисунок 1) [2]. Нижние и верхние пояса фермы работают совместно с перекрытиями. Габаритные размеры фермы определяются исходя из необходимой нормативной высоты этажа. При этом крайние стойки колонн будут являться частью вертикальных несущих конструкций и выполняться из трубобетона. Для уменьшения строительной высоты перекрытия опираются на пояса ферм в одном уровне с низом элементов. Перекрытие может быть монолитным в несъемной опалубке [3] и сборным с применением железобетонных плит. В данной статье рассматриваются перекрытия из сборных ребристых плит (рисунок 2), выбор которых обусловлен следующими преимуществами: низкий вес плит, опирание плит в узлах фермы, массовость изготовления.

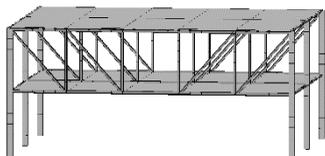


Рис. 1. Фрагмент расчетной схемы блока

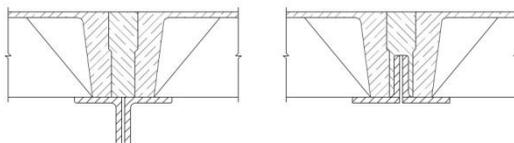


Рис. 2. Схема узла сопряжения сборного перекрытия и поясов фермы

Рассмотрена пространственная работа многоэтажного железобетонного рамно-ферменного блока с перекрытиями из сборных ребристых плит размерами 48x15. Для расчета блока была создана пространственная расчетная конечно-элементная модель в ПК Лира-САПР 2017. Ее общий вид представлен на рисунке 3.

Сбор нагрузок, действующих на здание, выполнен в соответствии с СП 20.13330.2016. Расчетные значения постоянных нагрузок: нагрузка на перекрытие – $342,5 \text{ кг/м}^2$, нагрузка на покрытие – $295,7 \text{ кг/м}^2$, нагрузка от стенового ограждения – $599,2 \text{ кг/м}$, собственный вес конструкции принят в программе автоматически. Расчетные значения временных нагрузок – временная нагрузка на перекрытие – $489,2 \text{ кг/м}^2$, снеговая нагрузка – 214 кг/м^2 ; нормативное значение ветрового давления – 23 кг/м^2 . Рекомендуемый тип фундамента для данного конструктивного решения – столбчатый. Для учета совместной работы фундамента с грунтовыми условиями в качестве основного типа грунта был принят песок средней крупности средней плотности. Модель грунта задана в ЛИРА-ГРУНТ. Ребристые плиты ЗПГ6 по ГОСТ 28042-2013 (серия 1.465.1-21.94) заданы пластинчатыми элементами с размерами $3 \times 6 \text{ м}$. Плиты перекрытия и покрытия принимаются по типовой серии и не рассчитываются в заданной расчетной схеме. Они необходимы для передачи нагрузки на другие несущие элементы, а также участвуют в пространственной работе здания. Приняты следующие основные сечения ферм из парных уголков (сталь С285): пояса – $150 \times 150 \times 12$, стойки и раскосы – $120 \times 120 \times 8$. Колонны заданы трубобетонными: труба сечением $300 \times 300 \times 10$ с заполнением мелкозернистым бетоном класса В25.

При действии ветровой нагрузки, жесткости здания в продольном направлении блока недостаточно, поэтому устанавливаются крестовые связи из парных уголков $80 \times 80 \times 10$ в середине блока. Связи соединяются с колоннами путем сварки с косынками крестов [4].

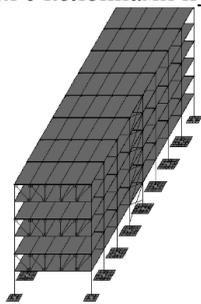


Рис. 3. Расчетная модель блока

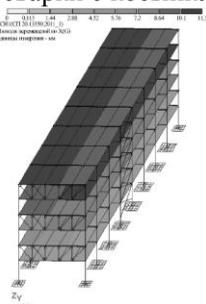
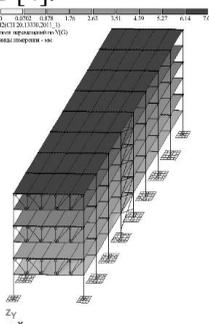


Рис. 4. Изополю перемещений по оси X и по оси Y



Предельные горизонтальные перемещения для многоэтажных зданий должны составлять не более $1/500$ высоты здания. Для блока высотой $H=20,1 \text{ м}$ предельные перемещения составляют 40 мм , что меньше расчетных значений $11,5 \text{ мм}$ по оси X и 7 мм по оси Y (рисунок 4).

Осадка фундамента находится в пределах от $33,6 \text{ мм}$ до $53,1 \text{ мм}$.

Максимальные перемещения в пределах этажа по оси X составляют 3 мм, по оси Y – 2 мм, что меньше предельно допустимого значения $1/300 h_{эт} = 3400/300=11,3$ мм (при податливом креплении стен к каркасу). Мозаики результатов проверки ферм по I и II группе предельных состояний, а также по местной устойчивости не превышают 100%.

По результатам расчета можно сделать выводы о целесообразности применения многоэтажного железобетонного рамно-ферменного блока с перекрытиями из сборных ребристых плит данного конструктивного решения. Для дальнейшего внедрения многоэтажного железобетонного рамно-ферменного блока с перекрытиями из сборных ребристых плит необходимо провести экспериментальную проверку работы усовершенствованных узловых сопряжений стержневых элементов в составе пространственных армирующих элементов смежных этажей здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Э.Н. Кодыш, Н.Н. Трекин, И.А. Терехов, Д.С. Еремеев, А.А. Сосков* Совершенствование объемно-планировочных и конструктивных решений большепролетных многоэтажных зданий на примере гаражей-стоянок со стальным каркасом // Academia. Архитектура и строительство. №3. 2017. С. 103-107.

2. *Н.Н. Трекин, Э.Н. Кодыш, И.А. Терехов, Станкевич Ю.С.* Конструктивные решения на основе сталежелезобетонных конструкций для многоэтажных зданий с гибкой конструктивной системой // Дни студенческой науки : Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектура НИУ МГСУ (13-17 марта 2017 г.). 2017. С. 713.

3. *Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Никитин И.К.* Проектирование многоэтажных зданий с железобетонным каркасом / Монография. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 352 с.

4. *Терехов И.А., Станкевич Ю.С.* Объемно-планировочные и конструктивные решения многоэтажных зданий со свободной планировкой этажей различного функционального назначения с монолитным железобетонным перекрытием // «Инновации в строительстве-2017»: материалы международной научно-практической конференции (Брянск, 20-22 нояб. 2017 г. Т.1/ Брян. гос. инже-нер.-технол. ун-т; ред. кол.: Н.П. Лукутцова, И.Н. Серпик, С.Г. Парфенов. – Брянск, 2017. – С 303-311.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ

С каждым годом в нашей стране наблюдается увеличение темпов и объемов строительства различного назначения, как промышленного и, так и гражданского. В связи с этим существует потребность в наличие достаточного количества материалов. Одним из самых используемых материалов, до сих пор не теряющий свое актуальности, является железобетон. Изделия из железобетона нашли достаточно широкое применение в строительной отрасли, так как совместная работа железа и бетона обеспечивает устойчивую жесткую конструкцию здания, необходимую для надежной эксплуатации здания. И важным элементом конструктива здания являются железобетонные перекрытия

Железобетонные перекрытия – одни из основных элементов строительства, поэтому так необходимо правильно спроектировать данный элемент, для обеспечения достаточной надежности и длительности эксплуатации здания [2]. По известным данным, около 20% стоимости здания приходится на плиты перекрытия.

Железобетонные плиты перекрытия существуют уже не один десяток лет, и, несмотря на совершенствование технологий их изготовления и методов расчета, необходимо искать новые конструктивные решения, позволяющие уменьшить вес, цену и расходование материала при производстве новой конструкции, сохраняя основные конструктивные параметры [3,4].

К настоящему времени широкое распространение получили следующие типы плит перекрытия:

- пустотные плиты перекрытия – представляют собой конструкции с пустотами различного сечения вдоль длинной стороны с целью облегчения и улучшения изоляционных свойств плит;

- ребристые плиты – узкоспециализированного назначения, применяемые в основном при устройстве кровли в зданиях промышленного назначения, преимущественно в неотапливаемых помещениях. Имеют вид плиты с ребрами по двум или четырем сторонам.

- монолитные плиты – выполняются из монолитного железобетона со сплошным армированием. Данные плиты обладают большей прочностью по сравнению с другими типами плит, вследствие отсутствия необходимости соединения плит между собой, что необходимо делать со сборным железобетоном.

Однако каждый тип плит имеет ряд преимуществ и недостатков, что вынуждает искать новые конструктивные решения с целью произвести наиболее эффективный элемент. Одним из направлений исследований являются трехслойные плиты перекрытия.

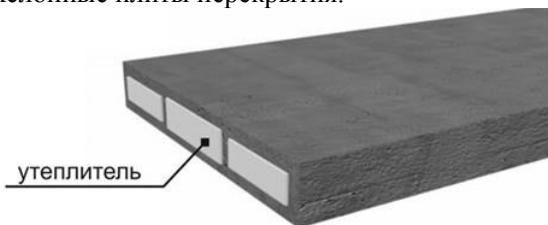


Рис. 1. Трехслойная плита перекрытия

Трехслойная плита перекрытия представляет собой многослойную конструкцию, верхний и нижний слой которой выполнены из железобетона, а средний слой заполнен легким бетоном, пенополистиролом или другим эффективным утеплителем. Такая конструкция плиты позволяет уменьшить ее толщину, облегчить вес без негативных последствий, влияющих на другие основные характеристики. К таким основным характеристикам относятся: - жесткость; - прочность; - теплопроводность; - звукоизолирующие свойства; - огнеупорность; - экономичность.

Прочность и жесткость трехслойных плит обеспечивается за счет армирования верхнего и нижнего слоев бетона, а также наличием продольных ребер в плите. Такая конструкция позволяет снижать расход бетона на производство плит, обеспечивая при этом высокие показатели прочности. Пенополистирол в качестве среднего слоя хорошо справляется с задачами звуко- и теплоизоляции, поскольку состоит на 98% из воздуха. Таким образом, можно выделить следующие достоинства трехслойных плит перекрытия:

- облегченная конструкция, за счет сокращения расходуемого бетона на изготовление конструкции;
- повышенные звуко- и теплоизоляционные свойства, полученные благодаря большому заполнению изолирующим материалом;
- высокая прочность, обеспечиваемая армированными слоями бетона и продольными перемычками;
- невысокая стоимость, сокращение расхода материалов уменьшает вложения на производство изделия;
- быстрые темпы монтажа;

Но несмотря на наличие большого количества положительных характеристик, имеют место быть и некоторые недостатки. К ним можно отнести:

- некоторую сложность изготовления изделия;

- меньшая жесткость конструкции по сравнению с монолитными плитами из-за наличия зазоров между плитами.

Таким образом недостатки такого типа плит незначительны. Изготовление в заводских условиях позволяет достигнуть высокого качества получаемого изделия. Единственное препятствие – отсутствие оптимальных параметров конструкций. Так, в своем исследовании «К расчету трехслойных железобетонных плит перекрытий» [1] А.В. Беляев привел методику расчета данных плит способом приведенного сечения. Однако такой подход верно работает при среднем слое из легкого бетона. Расчеты с пенополистиролом, в качестве утеплителя, не выполнены в полной мере и представляют тему для дальнейших изучений.

Все это доказывает неоспоримую практичность трехслойных плит. Однако, кроме выявления положительных сторон, необходимо не забывать о конструктивном решении. Необходимо производить оптимизацию этих параметров, чтобы получить максимальную эффективность применения трехслойных плит перекрытия. И, возможно, данная разработка может стать перспективным решением, которое в скором времени найдет массовое применение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Беляев А.В.* К расчету трехслойных железобетонных плит перекрытия // Инженерный вестник Дона. №1. ч2. 2015. С.2-4.
2. *Безделев В.В., Дмитриева Т.Л.* Использование многометодной стратегии оптимизации в проектировании строительных конструкций // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2010. № 2. С. 90-95.
3. *Тамразян А.Г., Филимонова Е.А.* Метод поиска резерва несущей способности железобетонных плит перекрытий // Промышленное и гражданское строительство. 2011. № 3. С. 23-25.
4. *Долганов А.И.* О надежности сооружений массового строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 11. С. 66—68.

Студент магистратуры 1 года обучения 1 группы ИСА

Потемкин В.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц.

Ю.А. Шапошникова

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ С ПОСТНАПРЯЖЕНИЕМ

В данной статье представлена краткая история развития монолитных безбалочных перекрытий с преднапрягаемой арматурой в оболочке «моностренд», а так же сравнение прогибов монолитных перекрытий обычных и с использованием постнапряжения. Актуальность темы заключается в том, что, несмотря на особый интерес к развитию безбалочных большепролетных перекрытий, в российской системе строительных стандартов и нормативов данный вопрос представляется мало изученным[1].

Впервые технология преднапряженных железобетонных конструкций появилась в 1886 году, когда Дюринг К.У.Ф. запатентовал метод производства плит с использованием стальной проволоки, которую натягивал до заливки цементной смеси. В 1888 году Джексон П.Х. получил патент на метод создания постнапряжения стержней арматуры с помощью винтовых устройств в бетонных арках и перекрытиях. При этом устранялось сцепление арматуры с бетоном путем размещения ее в трубках или завертыванием в бумагу. После твердения бетонной смеси производилось напряжение стержней. Данные методы были неэффективны вследствие того, что не были учтены потери напряжения из-за усадки и ползучести бетона [2].

Возникшую проблему решил Ветшттайн К., эмпирическим путем подобрав соотношение диаметра арматуры и усилия ее натяжения. В 1908 году он запатентовал метод, при котором использовалась арматура в виде канатов с диаметром проволоки 0,3 мм с предельным напряжением в 1400-2000 МПа [2].

Особый вклад в исследования преднапряженных конструкций внес Фрейсине Ф. в 1911 году, который сделал выводы о влиянии развития ползучести на работу таких конструкций [3].

В 1925 году Дилл Р. предпринял попытки использования высокопрочной арматуры в оболочке для предотвращения сцепления ее с бетоном и напряжением ее после твердения смеси и анкерровкой гайками.

В 1961 году Лин Т.И. предложил новую концепцию конструирования перекрытий с постнапряжением. Идея заключалась в том, что высокопрочную канатную арматуру располагали в соответствии с эпюрой изгибающих моментов.

В 2009 году Ситников С.Л. в соавторстве с Мирюшенко Е.Ф. запатентовал способ изготовления железобетонных конструкций с преднапрягаемой арматурой вида «моностренд» без сцепления с бетоном [3]. Такие конструкции сейчас распространены повсеместно за рубежом, однако из-за отсутствия достаточной информации о расчете в нашей стране используются крайне редко [4].

Для подтверждения актуальности данной темы было произведено сравнение прогибов обычных монолитных перекрытий и с использованием постнапряжения при следующих исходных данных. Плита безбалочного перекрытия с размерами ячеек 10×10 м. Толщина плиты $h=200$ мм, защитный слой $a=a'=30$ мм. Бетон класса В30. Преднапрягаемая арматура – три каната класса К70 «моностренд» в каждом направлении. Площадь одного каната $A_{sp}=1,54 \text{ см}^2$, $R_{s,n}=1860$ МПа, $E_{sp}=195000$ МПа. Уровень преднапряжения с учетом упругого обжатия и всех потерь принят $\sigma_{sp0}=0,7 \cdot 1860=1302$ МПа и усилие преднапряжения $N_{sp}=3 \cdot 1,54 \cdot 10^{-4} \cdot 1302 \cdot 10^3=600,6$ кН при 3-х канатах. Максимально допустимый прогиб в центре плиты принимался в соответствии с нормами [6].

Моделирование схем и вычисление прогибов производилось в программе *Scad Office* [5] (рис. 1). Разбивочная сетка принималась $0,4 \times 0,4$ м, закрепление колонн жесткое. Нагрузка равномерно распределенная $q=20 \text{ кН/м}^2$. Реальные прогибы плиты с контурным преднапряжением находились путем моделирования отпора как внешней нагрузки по всей длине каната. Отпор находился с помощью интегрирования уравнения изогнутой оси каната для каждого узла.

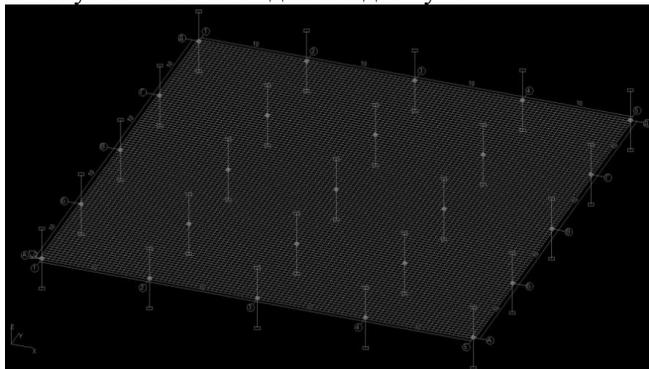


Рис. 1. Расчетная схема плиты перекрытия.

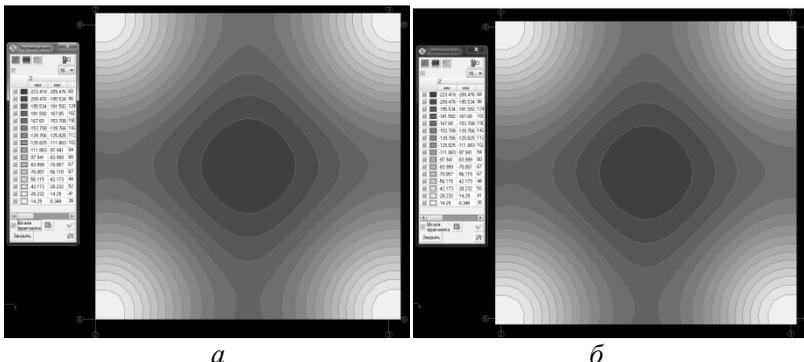


Рис. 2. Прогобы центральной ячейки плиты:

- а) без преднапряжения,
б) с преднапряжением

Выводы:

1. Использование преднапряженной арматуры без сцепления с бетоном позволяет сократить прогибы монолитных безбалочных перекрытий для предложенной расчетной схемы до 12%, а в случае применения большего количества канатов или большего уровня преднапряжения, а также иной схемы армирования, и значительно больше данного значения.
2. Результаты данной работы могут дать весомые предпосылки к возможности увеличения диапазонов пролетов и нагрузок для монолитных безбалочных перекрытий с использованием преднапряженной арматуры без сцепления с бетоном.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тамразян А.Г. Бетон и железобетон: проблемы и перспективы. Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 7. С. 51-54.
2. Генри Дж. Коуэн Строительная наука XIX-XX вв. М.: Стройиздат, - 1982.
3. Дорфман А.Э., Левонтин Л.Н. Проектирование безбалочных бескапитальных. М.: Стройиздат, -1975.
4. Портаев Д.В. Расчет и конструирование монолитных преднапряженных конструкций гражданских зданий / Д.В. Портаев. – М.: АСВ, 2011.
5. Карпиловский В.С. SCAD OFFICE. Вычислительный комплекс Scad / В.С. Карпиловский. – М.: АСВ, 2011.
6. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. – 2011.

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ В ВИДЕ ПЕРЕВЕРНУТОГО УСЕЧЕННОГО КОНУСА

Наряду с функциональной целесообразностью и безопасностью, основными требованиями, предъявляемыми к зданиям и сооружениям, являются архитектурно-художественная выразительность и экономическая целесообразность. Рассматриваемые в данной работе конструкции стремятся наиболее эффективно удовлетворять эти требования[1].

С экономической точки зрения такая конструкция зданий здания в виде перевёрнутого усечённого конуса позволяет наиболее эффективно использовать территорию застройки, потому как отрицательный уклон фасада заметно увеличивает прирост эксплуатируемой площади здания с повышением этажности.

С архитектурной точки зрения такое усложнение силуэта здания также способствует индивидуализации облика, облегчает ее «узнаваемость» с больших расстояний.

Стоит учесть, что согласно исследованиям зарубежных специалистов [2], при круглой форме плана на 13% сокращается поверхность фасадов и, следовательно, уменьшаются теплопотери здания, а также инсоляция фасадов (с 25% при прямоугольной форме плана до 10% при круглой); до 30% снижаются ветровые нагрузки, что особенно важно для многоэтажных зданий.



а



б

Рис. 1. а – Денверский художественный музей,
б – музей Соломона Гуггенхайма в Нью-Йорке

Сооружения, частично или полностью по высоте имеющие отрицательный уклон фасада, достаточно распространены по миру. Как правило они имеют культурное значение и эксплуатируются как музеи, культурные центры и пристройки к ним (рис. 1, а, б). Однако не малое количество таких зданий построены в качестве офисных и торговых

центров (рис. 2, а, б). Они имеют различную конструктивные схемы (каркасная, стеновая, ствольная, геликоидальная оболочковая).



а



б

Рис. 2. а – здание «Словацкого радио» в Братиславе, б – бизнес-центр «ЦСКА Арена» в Москве

Тем не менее, рассматриваемые в данной статье конструкции наиболее эффективно раскрывают свои плюсы при достаточно большой этажности, а значит для них целесообразно рассматривать конструктивные схемы, свойственные высотным зданиям.

В работе [3] утверждается, что в силу особенностей высотного строительства первоочередными факторами, влияющими на выбор конструктивной схемы, являются ветровые воздействия, архитектурно-планировочные требования и функциональное назначение. В силу этих утверждений наиболее рациональными оказываются оболочковая, каркасная, ствольная и стеновая конструктивные схемы. Тем не менее, по причине присущих им особенностей в сооружениях, имеющих вид перевёрнутого усеченного конуса, не стоит применять оболочковую конструктивную схему. Наиболее рационально применение ствольной системы в комбинации со стеновой и каркасной. Применение несущих стен целесообразно сокращать и не применять на всей высоте здания при большой этажности. В рассматриваемых сооружениях применяются круглые плиты перекрытий. Армирование таких плит принимают как правило радиально-кольцевым, двух- или трёхрядным [6]. Анализ приведённых типов армирования круглых плит (по [6]) приводит к выводу, что при свободном опирании можно рекомендовать двухрядную систему армирования, а при защемлении круглой плиты по контуру – кольцевую. Центральная часть плиты при этом может быть заармирована сварной сеткой с рабочими стержнями в двух направлениях.

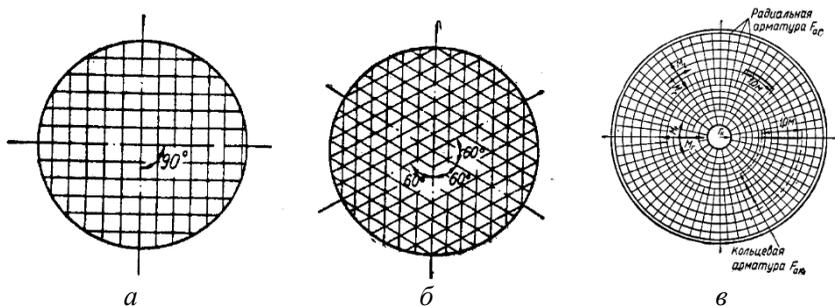


Рис. 3. Армирование круглой плиты:

а – двухрядное, б – трех-рядное, в – радиально-кольцевое

Традиционно данная задача решается с использованием аэродинамических формул, изложенных в нормативах (СНиП 2.01.07-85, СП 20.13330.2011, ТКП EN 1991-1-4-2009, ASCE 7-98), или изготовлением модели исследуемого сооружения и продува её в аэродинамической трубе. Однако в нормативах даны формулы для ограниченного числа форм зданий и сооружений.

В российских и зарубежных нормативах [7,8] не даны указания о расчете ветровой нагрузки на фасад здания в виде перевернутого усеченного конуса.

Тем не менее, видится благонадежным расчёт с использовать схемы ветровых нагрузок для сооружений с круговой цилиндрической поверхностью (по [7]) с допущением о отклоняющиеся от вертикальных не более чем на 15° поверхности цилиндра.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тамразян А.Г. Особенности работы высотных зданий. Жилищное Строительство, 2004, № 3. С.19-20.
2. «Le. atiment Batir», 1977, №1, с.25-32
3. Козлов М.В., Безбородов Е.Л. Конструктивные схемы высотных зданий // Вестник МГСУ. 2011. №1-2. С.153-160
4. Шуллер В. «Конструкции высотных зданий»: Перевод с англ. - Стройиздат, 1979 - 248с
5. Современное высотное строительство. Монография. М.: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. - 440с.: ил
6. Линович Л.Е. Расчет и конструирование частей гражданских зданий. Киев, "Будівельник", 1972, стр. 542-547
7. СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия

ВЛИЯНИЕ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Из-за воздействия и внедрения агрессивной среды в железобетон, железобетонные конструкции часто подвергаются коррозии. К тому же, один из видов коррозии может накладываться на другой вид, что ускоряет процесс разрушения технических и функциональных характеристик бетона и арматуры. [1].

Долговечность железобетона характеризуется способностью арматуры вместе с бетоном сопротивляться коррозии, которая способствует разрушению железобетона. Различают 3 вида коррозии в железобетонных конструкциях: электрохимическую, физико-химическую и химическую. Химическая коррозия бетона происходит в результате реакции кислот, солей и щелочей с составляющими цементного камня. При воздействии на бетон агрессивных сред образуются хорошо растворимые соли, которые ухудшают качество бетона и снижают его долговечность. К тому же кислотам свойственно развивать коррозию, потому что при их действии на цементный камень он может полностью разрушиться [2]. Помимо бетона, арматура тоже подвергается химической коррозии, при которой окисление металла и восстановление окислительного компонента коррозионной среды протекают в одном акте. Фильтрацией сквозь толщу бетона мягкой воды приводит к физико-химической коррозии бетона, которая внешне распознаётся белым налетом на поверхности конструкции в месте выхода воды. Этот процесс также называется выщелачиванием извести, в том числе гидроксид кальция которая является важной известью и составам всех цементах. Гидроксид кальция под влиянием углекислого газа воздуха превращается в очень стойкий, при последующем увлажнении, карбонат кальция. Арматурная сталь является твердым раствором железа с углеродом и примесью таких элементов, как кремния, марганца, фосфора и серы. При погружении в бетонную смесь, происходит электрохимическая коррозия железобетона, потому что сталь начинает корродировать из-за наличия физических неоднородностей стали и наличия микроэлементов состоящих из анодов и катодов.[3,4]. Другие два



Рис. 1. Коррозия арматуры в бетоне

фактора, влияющие на бетон, это температура, влажность воздуха и число переходов через 0°С, которые разрушают поверхностную структуру слоев бетона, образуют замкнутые трещины, соединенные друг с другом, и сквозную пористую систему, которая дает легкий доступ последующим воздействиям ионов хлора или углекислого газа. Бетон теряет свои механические свойства и разрушается при воздействии агрессивных сред. Для предотвращения коррозии можно снизить агрессивность среды путем понижения уровня грунтовых вод или отвода от их сооружений, осушения подвалов и помещений путем дренажа, с помощью прокладкой на их пути траншей, усиления вентиляциями и силиконовыми гидрофобизаторами, которые сохраняют воздухопроницаемость и пористость строительного материала, обеспечивают надёжную защиту строительных конструкций при температурах от -40°С до +50°С или использовать гидрофобизатор. Гидрофобизатор - это специальный химический состав, который помогает надёжно защитить поверхность бетона от воздействия влажной среды. Они устойчивы к механическому воздействию, не образуют высолов на поверхности бетона и препятствуют растрескиванию материала. Для предотвращения физико-химической коррозии рекомендуется изоляция сооружений от агрессивных вод, содержащих сульфаты, а также их отвод, снижение концентрации солей, воздействующих на растворы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *В. М. Москвин, Ф. М. Иванов, С. Н. Алексеев, Е. А. Гузев.* Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. Стр,1980.- 536 с.
2. *Блещик Н. П.* Структурно-механические свойства и реология бетонной смеси и прессвакуумбетона/Мн :Наука и техника,1977.-232 с.
К.В.Михайлов, А.А.Фломева. Справочник по производству сборных железобетонных изделий/Мн :Стройиздат,1982.-440 с.
3. *Клюева Н.В.* Предложения к расчету параметра живучести нагруженных и коррозионно повреждаемых железобетонных конструктивных систем Сборник докладов. Москва: МГСУ, 2013. –С.113-122.
4. *Тамразян А.Г.,Попов Д.С.* Снижение несущей способности изгибаемых железобетонных элементов по наклонным сечениям с коррозионным повреждением поперечной арматуры. (2017) МАТЕС Web of Conferences, 117, статья № 00162. Conference Paper

ВЛИЯНИЕ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ДЕФОРМАТИВНО-ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНА РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА

В последние десятилетия растет динамика использования сжиженного природного газа (СПГ). Неотъемлемой частью высокотехнологичных комплексов по сжижению, выдаче и приему СПГ являются крупногабаритные надземные изотермические резервуары. Резервуары СПГ являются хранилищами больших объемов пожаровзрывоопасного продукта, разгерметизация которых с истечением продукта в атмосферу может привести к катастрофическим последствиям. Вместе с тем нормативная база и практика проектирования строительства и эксплуатации таких резервуаров в России, практически отсутствуют. Также опасность представляет криогенная температура эксплуатации. Температура эксплуатации внутренней емкости составляет -162°C . Расчетная температура эксплуатации внешней емкости при реализации проектов ИР полной герметизации принимается равной минимальной средней температуре самого холодного месяца. Так для изотермических резервуаров проекта «Ямал СПГ» расчетная температура эксплуатации наружного корпуса принимается равной -45°C .

Классификация изотермических резервуаров согласно зарубежным нормам принята по температуре хранимого продукта: низкотемпературные резервуары (до -51°C); криогенные ($-51^{\circ}\text{C} \dots -196^{\circ}\text{C}$), специальные (ниже -196°C).

В мировой практике строительства криогенных резервуаров широко применяются двухбололочные резервуары: внутренний резервуар из 9%-ной никелевой стали и внешней железобетонный резервуар.

Расчет резервуаров для сжиженного газа производится на сочетании следующих нагрузок: собственный вес конструкций резервуара и оборудования; технологические (гидростатическое давление сжиженного газа, поддерживаемое избыточное давление); временные нагрузки от снега и ветра; расчетная температура эксплуатации наружного корпуса равная минимальной средней температуре самого холодного месяца (нормальная эксплуатация); низкотемпературный удар (при разгерметизации внутреннего резервуара -162°C).

В связи с этим необходимы знания изменения деформативно-прочностных свойств бетона и арматуры при криогенных температурах.

Изменение предельных деформаций при сжатии и растяжении бетона, а также средних значений деформативно-прочностных характери-

стик бетона в зависимости от его влажности при -196°C [1,2,3,4] представлены на рис.1,2.

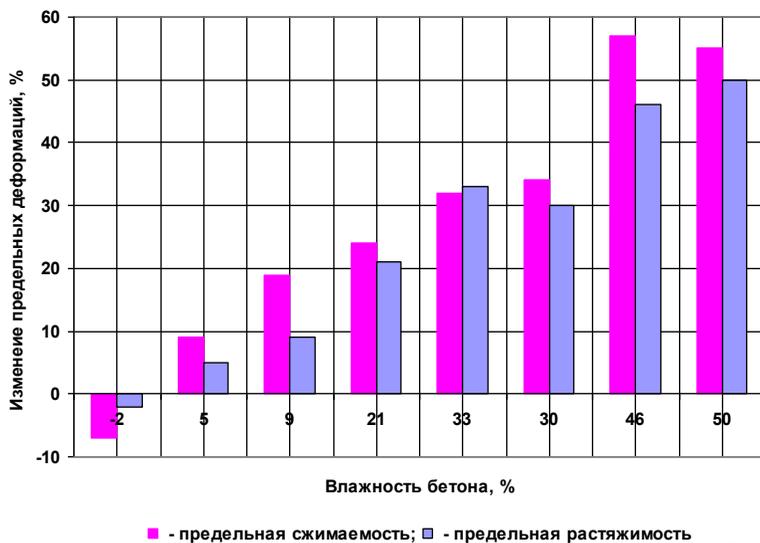


Рис.1. Изменение предельных деформаций бетона при -196°C

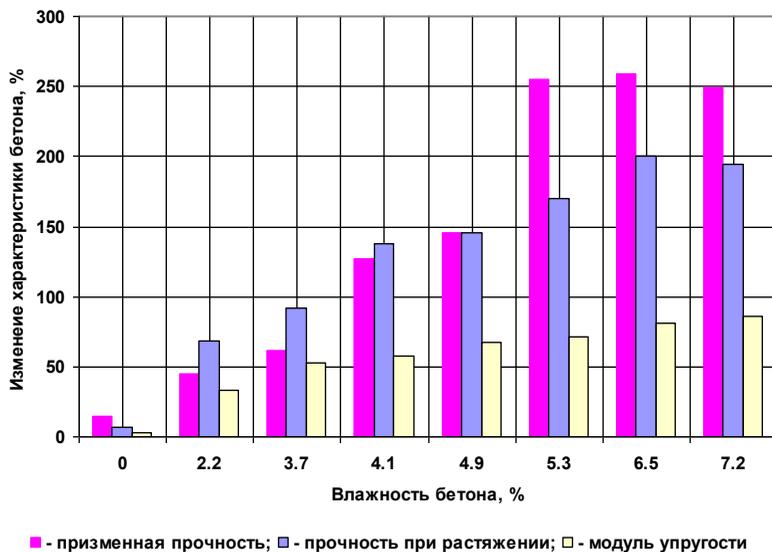


Рис.2. Изменение характеристик бетона при температуре -196°C

Из представленных результатов видно, что наблюдается три характерных участка на оси влажности бетона, при которых наблюдается различное качественное изменение деформативно-прочностных харак-

теристик бетона при криогенной температуре -170°C ... -196°C . Такое же деление шкалы влажности бетона наблюдается при понижении температуры до -70°C [5,6]. Первый участок изменения влажности бетона от нуля до 4%. На этом участке наблюдается максимальная скорость изменения показателей: призмная прочность – 27 %/%; прочность при растяжение – 32 %/%; модуль упругости – 13,5 %/%. Второй участок изменения влажности бетона от 4% до 6%. На этом участке скорость изменения показателей уменьшается: призмная прочность – 11 %/%; прочность при растяжение – 27 %/%; модуль упругости – 11 %/%. Третий участок изменения влажности бетона от 6% и больше. На этом участке практически не наблюдается изменение деформативно-прочностных показателей бетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кассами Х. и др.* Свойства бетона при очень низких температурах // Криогенный бетон. М.: Стройиздат. – 1986. С.125-138.
2. *Ростаси Ф., Видеман Г.* Прочность и деформации бетонов в криогенных условиях // Криогенный бетон. М.: Стройиздат. – 1986. С.138-147.
3. *Москвин В.М., Капкин М.М., Савицкий А.Н., Ярмаковский В.Н.* Бетон для строительства в суровых климатических условиях. Л.: Стройиздат, 1973. 172с.
4. *Тамразян А.Г.* О механизме деформирования бетона, связанном с миграцией внутренней влаги в порах и капиллярах цементного камня. Известия Вузов «Строительство», № 4,5, 1998г. С.51-55.
5. *Истомин А.Д.* Влажностные деформации гидротехнических конструкций из модифицированного фибробетона. Научно-технический журнал Вестник МГСУ, № 4, Т. 2, 2010. с. 21-24.
6. *Истомин А.Д., Кудрявцев А.В.* Работа статически неопределимых железобетонных элементов в условиях отрицательных температур. // Промышленное и гражданское строительство. – 2016, №7. С.51-55.

ПЛАСТИНЧАТО-СТЕРЖНЕВЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ФЕРМЫ

В настоящее время строительство выходит на новый уровень: разрабатываются масштабные и уникальные проекты, которые требуют создания новых, более совершенных строительных конструкций. В связи с этим важное значение имеет создание и применение новых видов железобетонных конструкций, работающих в определенных условиях более эффективно, чем традиционные.

В данной работе рассматриваются условия загрузки конструкций, которые вызывают их сложное напряженное состояние, в частности фермы, подверженные действию значительных по интенсивности внешних сил, приложенных вне плоскости, вызывающих кручение конструкции в целом.

Большинство строительных конструкций в той или иной мере испытывают кручение. Значительное кручение приходится на крайние ригели перекрытий с односторонним опиранием плит настила, промежуточные ригели перекрытий при загрузении их односторонней временной нагрузкой, а также при двустороннем загрузении временными нагрузками не равной интенсивности; контурные конструкции мембранных покрытий; подкрановые балки, конструкции покрытий с подвесными кранами, однобалочные мостовые переходы и т.д.

В настоящей работе обращается внимание на то, что возможно конструктивное решение отдельно работающих плоских решетчатых конструкций, способных воспринимать нагрузки, действующие вне их плоскости, то есть вызывающие их кручение, в то время как традиционные стержневые конструкции (фермы) нагрузкам, расположенным вне их плоскости, сопротивляться не могут. В этих условиях плоские решетчатые конструкции принимаются как конструктивные образования, состоящие целиком из пластинчатых элементов, способных работать на изгиб из плоскости конструкции, или в сочетании с линейными стержнями, воспринимающими осевые воздействия. Далее в работе такие конструкции будут именоваться пластинчато-стержневыми.

Составными частями изучаемой пластинчато-стержневой фермы являются: нижний линейный стержневой пояс, верхний пластинчатый пояс, в котором большая сторона прямоугольного поперечного сечения размещена перпендикулярно плоскости фермы и раскосы, также имеющие пластинчатую форму, но переменного сечения, постепенно уменьшающегося в направлении от верхнего пояса к нижнему (рис. 1).

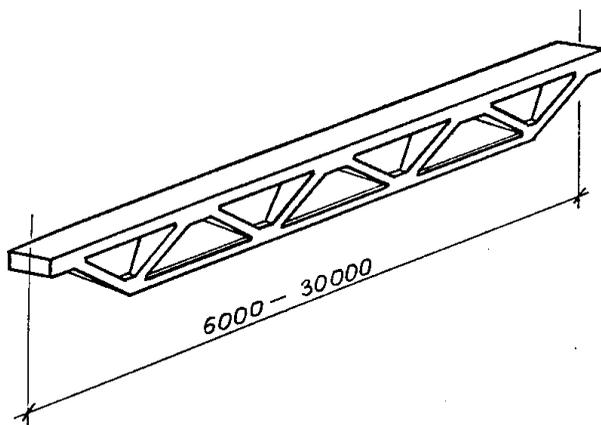


Рис. 1. Пластинчато-стержневая железобетонная ферма.

Пластинчатые элементы способны сопротивляться действию изгибающих моментов, если они действуют в плоскостях этих пластин и не сопротивляются изгибающим моментам, действующим из их плоскости. Благодаря этому пластинчато-стержневые конструкции в целом при внешних нагрузках, действующих в их собственных плоскостях, ведут себя как традиционные плоские фермы, но обладают высокой сопротивляемостью действию нагрузок, направленных из плоскости нагрузок и весьма высокой жесткостью на кручение, соизмеримой с жесткостью конструкций на изгиб в своей плоскости.

Пластинчато-стержневые конструкции в состоянии воспринимать крутящие моменты, если они в целом закреплены на опорах поперечными связями.

Внешние крутящие моменты, действующие на конструкцию, в сумме уравниваются реактивными опорными крутящими моментами.

Пластинчато-стержневые конструкции следует относить к плоскостным, не пространственным конструкциям, поскольку оси симметрии сечений всех элементов располагаются в одной плоскости симметрии конструкции в целом.

Данные конструкции отличаются экономической эффективностью, которая обусловлена тем, что элементы этих конструкций, в целом подверженных силовому воздействию осложненному кручением, работают в условиях более простого силового воздействия. Нагрузки, приложенные в плоскости симметрии пластинчато-стержневой конструкции вызывают в ее элементах только осевые воздействия как в традиционных фермах. Нагрузки, приложенные вне плоскости симметрии конструк-

ции, воздействуют на конструкцию в целом, вызывая кручение. При этом пластинчатые элементы кроме осевых воздействий испытывают поперечный изгиб.

Конструкция узлов соединения пластинчатых элементов в пластинчато-стержневых конструкциях отличается от узлов обычной плоской стержневой системы тем, что она обеспечивает значительно более жесткое соединение элементов в направлении из плоскости конструкции.

Пластинчато-стержневые конструкции могут применяться в разных отраслях. Их применение эффективно, так как они способны работать в условиях сложного силового воздействия. Также по сравнению с классическими железобетонными балками пластинчато-стержневые фермы экономически более выгодные.

Дальнейшее их изучение, постановка экспериментов позволит производить пластинчато-стержневые конструкции, что поможет внедрить их в строительную отрасль.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Иванчев И.И., Топуров К.Х., Топилин А.Н., Иваненко Н.И.* Железобетонные автодорожные мосты. Москва, АСВ, 2008 г.
2. *Топилин А.Н.* Пластинчато-стержневые железобетонные конструкции с повышенной сопротивляемостью кручению. Вестник МГСУ. 2011. № 2-1. с. 105-109.
3. *Байков В. Н., Базоев О.К., Хмелев В.Ю.* Особенности образования трещин в бетонных и железобетонных стержневых элементах при кручении. - Труды/Ростовский инженерно-строительный ин-т.
4. *Байков В. Н., Сигалов Э.Е.* Железобетонные конструкции. Общий курс. Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Стройиздат, С. 729.
5. *Тамразян А.Г.* «Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс»: учебное пособие. М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та. 2017.-732с.
6. *Санникова Н.А., Топилин А.Н.* Однобалочный мостовой переход. Бюллетень Строительной Техники (БСТ). 2018. № 2 (1002). с. 58-59.

ПОВЕДЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИИ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ В КОЛУМБИИ

Землетрясение – это подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний.

Как хорошо известно Колумбия расположена на территории Тихоокеанского кольца, которое является одним из самых активных сейсмических зон в мире.

В этой связи, около 90% населения страны живут в сейсмических опасных районах (Колумбийский институт геологии).

Ущерб от землетрясениях и число погибших связаны с поведением зданий при землетрясениях. По этой причине важно, использовать методологии проектирования, которая может обеспечить адекватное поведение при подземных толчков.

31 Марта 1983 года в городе Папаян (рис.1, а) произошло мощное землетрясение магнитудой 5.6 баллов по шкале Рихтера. Всего за 18 секунд разрушило большое количество административных и жилых зданий. Погибло 300 человек, а число пропавших без вести превысило 10 тысяч человек, материальные убытки исчислялись 400 млн долларов.

Большинство разрушенных зданий были из деревянных и железобетонных конструкций. Деревянные здания разрушились потому что они были построены в XVII, XVIII и XIX веках и с тех пор их ни разу не ремонтировали.

Главная причина обрушения железобетонных зданий являлась поперечная арматура в колонне. Расстояния между стержнями были более, чем максимальный допустимый шаг, и поэтому поперечная арматура не обеспечивала эффективное вовлечение в работу бетона, и равномерное распределение напряжений и деформаций. Вторая главная причина - с течением времени много зданий были реконструированы владельцами, без учета сейсмических воздействий. Через год, вследствие землетрясения, была опубликована первая норма строительства в сейсмических районах. До этого, в Колумбии использовали американские нормы «ACI SEAOC». Норма содержала требования для проектирования двух этажных зданий.

Через 14 лет исследований были исправлены недостатки первой нормы, а в 1998 году был принят стандарт NSR 98, в котором впер-

вые была введена стеновая конструктивная система. Для расчета норм использовали линейно-спектральный метод анализа (ЛСМ). [1]



Рис. 1. Разрушенные здания при землетрясениях в Колумбии а) в городе Попаян; б) в городе Армения

Этот метод достаточно прост и может достаточно точно оценить реакцию системы, работающей в упругой стадии, на сейсмическое воздействие.

Во это время были проведены исследования, которые показали непоследовательность в ЛСМ методологии, особенно в определении поведений конструкции при землетрясении.

25 января 1999 года в городах Армения (Рис.1.б) и Перейра произошло крупное землетрясение в котором погибло 600 человек, тяжело ранены оказались более 2000.

Почти 60% строений были полностью разрушены, а ущерб составил примерно 1600 млн долларов.

В данном случае, почти все разрушены здания были железобетонными. Основные причины обрушения зданий, изложенные ниже[2]:

- Прочность нижних этажей была меньше чем верхних этажей, такой феномен называется “слабый этаж”
- Расстояния между стержнями были более чем максимальный допустимый шаг
- Недостаточная гибкость в конструкции

Последняя причина считается одна из главных проблем линейно-спектрального метода анализа (ЛСМ), используемый в нормах разных стран мира. Общие требования к методологии позволяет проектировать здания с жесткими конструктивными элементами, у которых недостаточная гибкость.

Это означает, что при землетрясениях элементы невозможно деформироваться без потери прочности.

В последние годы для повышения надежности железобетонных конструкции при землетрясениях, была разработана новая методология нелинейного статического расчёта (Pushover Analysis). [3,4]

В настоящее время в Колумбии текущий стандарт (NSR-10) еще используется линейно-спектральный метод анализа (ЛСМ) для расчета проектирования.

Учитывая, что Территория Колумбии, в общем, характеризуется интенсивной сейсмичностью, необходимо использовать новый метод анализа, который обеспечит надлежащее поведение при землетрясениях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Garcia L.E.* Desarrollo de la normativa sismo resistente colombiana en los 30 años desde su primera expedición // Revista de Ingenieria. 2014. №41. С. 71-77.

2. *Aguiar Falconi R.* Sismo de Colombia Eje Cafetero 1999 // Centro de investigaciones científicas. Escuela Politecnica del Ejercito, 1999. С. 299.

3. *Соснин а.в.* Об особенностях методологии нелинейного статического анализа и его согласованности с базовой нормативной методикой расчёта зданий и сооружений на действие сейсмических сил // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2016. Т. 16, № 1. С. 12–19

4. *Тамразян А.Г., Булгаков С.Н., Рахман И.А., Степанов А.Ю.* Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. Научное издание. Под общей редакцией д-ра техн. наук, профессора Тамразяна А.Г. Издание второе. –М.: Издательство АСВ, 2012. -304 с.

САМОУПЛОТНЯЮЩИЙСЯ БЕТОН

Панельное домостроение уходит в историю. Монолитный и сборно-монолитный способы возведения зданий и сооружений приобретают в настоящее время все большее распространение. Панелевозы уступают место автобетоносмесителям, доставляющим бетонную смесь на строительную площадку. Установка арматурных каркасов и опалубки, доставка, укладка и уплотнение бетонной смеси с последующим уходом за ней являются сейчас основными этапами процесса возведения зданий и сооружений. А можно ли ускорить и удешевить этот процесс без ущерба для качества строительства (возможно, даже и с улучшением качества!), например, исключив процесс вибрирования бетонной смеси? Ответ прост: можно, за счет использования самоуплотняющегося бетона, который уже около 15 лет успешно используется на строительных площадках в странах дальнего зарубежья и не сегодня, так завтра появится у нас.

Что такое самоуплотняющийся бетон?

Самоуплотняющийся бетон - это бетон, который без воздействия дополнительной внешней уплотняющей энергии самостоятельно, под действием собственной тяжести и за счет высокой подвижности течет, освобождается от содержащегося в нем воздуха и полностью заполняет пространство опалубки, в том числе между арматурными стержнями. При этом остаточный объем пор в самоуплотняющемся бетоне не больше, чем в обычном бетоне .

В немецком языке самоуплотняющийся бетон получил сокращенное название SVB (Selbstverdichtender Beton), в английском - SCC (Selfcompacting concrete), во французском - ВАР (Beton autoplacant) [3]. С распространением самоуплотняющегося бетона на русском языке он сокращенно обозначается СУБ.

Состав:

Максимальная зернистость крупного заполнителя для самоуплотняющегося бетона составляет 1 б мм. Подбор состава компонентов смеси для приготовления самоуплотняющегося бетона осуществляется, как правило, по японскому методу, разработанному профессором Окамурой. Концепция этой рецептуры основывается на повышении доли мелких пылевидных частиц. Рецептуры самоуплотняющегося бетона по Окамуре базируются на следующих граничных условиях:

- насыпной объем заполнителя крупной фракции должен быть не более 50% объема бетона;

-объемная часть песка в растворе должна составлять 40%.

Таблица 1

Стандартная рецептура бетона

Рецептура самоуплотняющегося бетона	
Компонент	Кол-во, кг/м ³
Цемент	350
Зольная пыль или молотый известняк	200
Вода	170-180
Песок (зернистость 0-2 мм)	650
Мелкий щебень (2-16 мм)	950
Пластификатор	2-4
Водоцементное отношение	0,49-0,51

Преимущества:

Преимущества самоуплотняющегося бетона по сравнению с другими традиционными видами бетона можно условно разделить по группам и представить следующим образом с использованием .

Для заказчика - высокая безопасность капиталовложений за счет:

- возведения строительных конструкций высокой прочности, в которых исключены дефекты, вызванные ошибками при уплотнении бетонной смеси;
- сокращение продолжительности строительства.

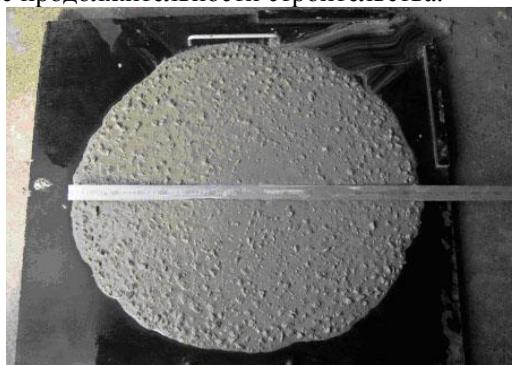


Рис.1 Самоуплотняющийся бетон.

Для проектировщика - свободный выбор геометрической формы конструкций, обеспечение их долговечной эксплуатации и упрощение разработки проекта производства работ за счет:

- снижения трудоемкости и продолжительности работ по бетонированию (отпадает необходимость в уплотнении);
- возможности более плотного расположения арматуры;
- прочного сцепления арматуры с бетоном и проникания бетона в самые труднодоступные места;

- возможности подачи бетона непосредственно через опалубку, например, через отверстие в ней;
- более простой и менее массивной конструкции опалубки (из-за отсутствия процесса вибрирования бетона динамические и статические нагрузки на опалубку значительно снижены).

На строительных площадках очень часто приходится сталкиваться с ситуациями, когда использование самоуплотняющегося бетона просто необходимо:

- при бетонировании на большой высоте или на воде, когда процесс уплотнения крайне затруднен, требует значительных средств и небезопасен для персонала;

- при бетонировании густоармированных конструкций, где обычный бетон не заполняет всю полость опалубки, что может впоследствии привести к появлению дефектов и преждевременной коррозии;

- при бетонировании конструкций сложной геометрической формы, а также конструкций, к которым предъявляются особые требования по качеству наружной поверхности. Стоит добавить, что зарплата строителей в последнее время значительно возросла. Поскольку необходимость в уплотнении бетонной смеси на строительной площадке за счет использования самоуплотняющегося бетона отпадет и подавать бетон можно будет не сверху, а непосредственно в опалубку, то может быть сокращена численность персонала, занятого в бетонировании. Следовательно, удастся сэкономить средства и повысить безопасность труда при выполнении этих работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тамразян А.Г.* Расчет элементов конструкций при заданной надежности и нормальном распределении нагрузки и несущей способности. Вестник МГСУ. 2012. № 10. С. 109-115.
2. *Ершов М.Н., Липидус А.А., Теличенко В.И.* Технологические процессы в строительстве. Технологии монолитного бетона и железобетона.
3. *Вопросы безопасности строительных конструкций из композиционных материалов: коллективная научная монография.* 2015. - 155с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРЕДНАПРЯЖЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Предварительно напряженными называются такие железобетонные конструкции, изделия и элементы, в которых предварительно искусственно создаются собственные напряжения сжатия всего или части бетона и растяжения всей или части арматуры. Технология предварительного натяжения арматуры в железобетонных элементах была впервые применена в СССР в 1936 г. Среди преимуществ предварительного напряжения можно выделить снижение расхода стали, более высокую трещиностойкость и изгибную жесткость, экономичность.

Сегодня существует две принципиальные системы предварительного напряжения железобетонных конструкций: система предварительного напряжения со сцеплением (система с «восстановленным сцеплением») напрягаемой арматуры с бетоном и система без сцепления напрягаемой арматуры с бетоном. Рассмотрим систему предварительного напряжения без сцепления напрягаемой арматуры с бетоном. Данная система подразумевает отсутствие сцепления напрягаемой арматуры с бетоном в течение всего срока эксплуатации. Для ее устройства, как правило, применяются канаты диаметром от 12 до 15,7 мм, где каждый канат имеет индивидуальную пластиковую оболочку со смазкой. Такая схема каната называется «моностренд». Передача осевых усилий на бетон осуществляется только с помощью анкерных устройств или анкеров, установленных на концах каната. Смазочный состав между канатом и оболочкой позволяет достичь минимального коэффициента трения каната и соответственно минимизировать потери предварительного напряжения от трения. Также пластиковая оболочка и смазка напрягаемой арматуры надежно защищают арматуру от коррозии на протяжении всего срока эксплуатации конструкции. Система предварительного напряжения без сцепления арматуры с бетоном обладает минимальными габаритами. Для каната диаметром 15,7 мм максимальный диаметр оболочки составляет 20,0 мм. Монтаж канатной арматуры осуществляется просто: производится монтаж канатов в оболочке и анкеров, после – натяжение канатов. Вследствие того, что каждый канат можно натягивать по отдельности, для натяжения арматуры не требуется тяжелое оборудование. Рассмотрим систему предварительного напряжения со сцеплением с бетоном («восстановленным сцеплением»). Она состоит из следующих основных компонентов: канатной арматуры К7 диамет-

ром от 12,0 до 15,7 мм; анкерных устройств – анкеров, через которые происходит натяжение канатов; каналообразователя - гофрированной металлической или пластиковой трубы, в которую устанавливаются канаты (возможна установка от 3 до 31 каната в каналообразователь).

Технология предварительного напряжения арматуры со сцеплением с бетоном сложнее, чем технология предварительного напряжения арматуры без сцепления с бетоном. Сначала производится монтаж каналообразователей и анкеров, выполняется герметизация стыков каналообразователей. После этого происходит набивка или протягивание канатной арматуры в каналообразователи. Натяжение канатной арматуры осуществляется после набора бетоном достаточной передаточной прочности. Затем производится инъектирование каналообразователей. При инъектировании каналов длиной более 10 метров для выхода воздуха в низких и высоких точках канала нужно предусмотреть дополнительные трубки и промежуточные клапаны. Сравнивая две рассмотренные системы предварительного натяжения арматуры в железобетонных конструкциях, можно увидеть, что каждая обладает рядом достоинств и недостатков. К достоинствам системы преднапряжения со сцеплением арматуры с бетоном относится более высокая надежность. Так, в ней при локальном обрыве не происходит выход из строя всего каната, потому что силы сцепления работают по всей длине каната, когда в системе преднапряжения без сцепления арматуры с бетоном в такой же ситуации канат сразу же перестает работать, так как усилия передаются за счет анкеров. Так же среди достоинств системы предварительного натяжения со сцеплением арматуры с бетоном можно выделить тот факт, что в расчетах по первому предельному состоянию используется расчетное сопротивление арматуры, которое больше, чем усилие преднапряжения за вычетом всех потерь, используемое в расчете систем без сцепления. К тому же при расчете по второму предельному состоянию, в частности при расчете ширины раскрытия трещин, в системе предварительного натяжения без сцепления арматуры с бетоном напрягаемая арматура не учитывается: «моностренд» рассматривается как отверстие в бетоне. В системе со сцеплением, напротив, арматура учитывается в расчетах. И нельзя не сказать о большей распространенности системы со сцеплением, большем опыте ее применения и наличии норм и правил относительно ее расчета и применения в российской строительной документации.

Система предварительного натяжения без сцепления арматуры с бетоном также обладает рядом преимуществ. Среди них – технологичность устройства такого вида преднапряжения, не требующая таких сложных операций, как инъектирование бетона, и позволяющая предварительно напрягать конструкции не только при положительных темпе-

ратурах, как это необходимо делать в системе предварительного напряжения со сцеплением арматуры с бетоном. Кроме этого каждый канат имеет свою индивидуальную оболочку и натягивается он отдельно, что позволяет сделать натяжение более точным. В системе со сцеплением весь пучок натягивается одновременно и есть риск возникновения разброса натяжения канатов в пучке. Так же существует возможность быстро преднапрягать бетон в тонких конструкциях. Еще к преимуществам системы без сцепления относится более низкий коэффициент трения (ниже в 3-3,5 раза), что уменьшает потери предварительного напряжения. В заключение нужно еще раз отметить, что каждая система преднапряжения обладает своими преимуществами и недостатками. Можно также сделать вывод о том, что систему преднапряжения арматуры без сцепления с бетоном целесообразнее применять в относительно тонких конструкциях: перекрытиях, невысоких балках. Система преднапряжения арматуры со сцепления с бетоном, напротив, эффективнее в массивных балках, фундаментных плитах. Поэтому каждая из систем успешно применяется в современном строительстве и является перспективной технологией, оставляющей простор для всевозможных усовершенствований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Портаев Д.В.* Расчет и конструирование монолитных преднапряженных конструкций гражданских зданий: Научное издание. – М.: Издательство АСВ, 2011. – 248 с.
2. Еврокод 4. Проектирование сталежелезобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий. EN 1994-1-1-2009.
3. *Тамразян А.Г., Булгаков С.Н., Рахман И.А., Степанов А.Ю.* Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. Научное издание. Под общей редакцией д-ра техн. наук, профессора Тамразяна А.Г. Издание второе. – М.: Издательство АСВ, 2012. – 304 с.
4. *Тамразян А.Г.* «Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс»: учебное пособие. М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва: Изд-во Моск. гос. строит. ун-та. 2017.-732с.

АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ РАСЧЕТОВ КОМБИНИРОВАННЫХ БАЛОК

В данной статье рассмотрены расчеты прочности комбинированных балок перекрытия, выполненные двумя способами, в соответствии с: СП 266.1325800.2016 «Сталежелезобетонные конструкции. Правила проектирования» и СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы», а также произведены анализ и сравнение полученных результатов [1, 2].

В последнее время в строительстве все чаще применяются комбинированные балки перекрытий, т.е. монолитные перекрытия по профнастилу, опирающиеся на металлические балки, которые работают совместно (рис. 1).

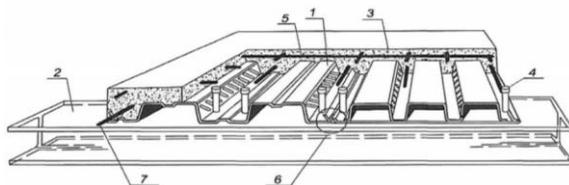


Рис.1. Вид монолитной плиты перекрытия по профнастилу по металлическим балкам. 1 – профлист; 2 – двутавр; 3 – бетон; 4 – анкер; 5 – сетка армирования; 6 – соединение гофр профлиста; 7 – арматура

До недавнего времени расчет для таких конструкций производился в соответствии с [1], хотя данные нормы не предназначены для проектирования зданий. В 2017 году введен абсолютно новый нормативный документ [2] для проектирования именно таких перекрытий, который в некоторой степени дублирует принципы расчета, предлагаемые в [1].

Сравнение принципов и результатов расчета прочности для комбинированной балки перекрытия, посчитанное двумя способами в соответствии с [1] и [2], а особенно с эффективным коэффициентом использования материала, представляет определенный научный интерес и является достаточно актуальной задачей [3]. Объект расчета: монолитное перекрытие по профнастилу, опирающееся на балки двутаврового профиля, работающие совместно. Приняты балки трех вариантов различных сечений 30Б1, 35Б1, 40Б1, выполненные из стали С345, $R_y=325$ МПа. Расчетный пролет балок 6м, опирание шарнирное. Шаг балок 3м. Бетон перекрытия В15, $R_b=8,7$ МПа. Профнастил марки Н75. Полная расчетная нагрузка на балку q варьировалась от 500 до 2000 тс/м² (через

250 тс/м²). В соответствии с [2] должны выполняться следующие требуемые условия для расчета по 1 случаю:

1. Проверка напряжений в бетоне

$$\sigma_b = \frac{M_2}{\alpha_b \cdot W_{b,red}} - \sigma_{bi} < \gamma_{bi} \cdot R_b \quad (1)$$

2. Проверка напряжений в продольной арматуре

$$\sigma_s = \frac{M_2}{\alpha_s \cdot W_{b,red}} + \sigma_{ri} < \gamma_{si} \cdot R_{sc} \quad (2)$$

3. Проверка напряжений в верхнем поясе стальной балки

$$\frac{M - z_{b,st} \cdot N_{b,s}}{W_{f2,st}} - \frac{N_{b,s}}{A_{st}} < \gamma_1 \cdot \gamma_c \cdot R_y \quad (3)$$

4. Проверка напряжений в нижнем поясе стальной балки

$$\frac{M - z_{b,st} \cdot N_{b,s}}{W_{f1,st}} + \frac{N_{b,s}}{A_{st}} < \gamma_s \cdot R_y \quad (4)$$

В соответствии с СП “Мосты и трубы” должны выполняться следующие условия:

1. Соотношение жесткостей

$$E_b \cdot I_b \leq 0.2 \cdot E_{st} \cdot I_{st} \quad (5)$$

2. Проверка напряжений в бетоне

$$\sigma_b = \frac{M_2}{\alpha_b \cdot W_{b,red}} - \sigma_{bi} < m_b \cdot R_b \quad (6)$$

3. Проверка напряжений в продольной арматуре

$$4. \quad \sigma_s = \frac{M_2}{\alpha_s \cdot W_{b,red}} + \sigma_{ri} < m_r \cdot R_{sc} \quad (7)$$

4. Проверка напряжений в верхнем поясе стальной балки

$$\frac{M - z_{b,st} \cdot N_{b,s}}{\alpha_4 \cdot W_{f2,st}} - \frac{N_{b,s}}{A_{st}} < m_1 \cdot m_c \cdot R_y \quad (8)$$

5. Проверка напряжений в нижнем поясе стальной балки

$$\frac{M - z_{b,st} \cdot N_{b,s}}{\alpha_3 \cdot W_{f1,st}} + \frac{N_{b,s}}{A_{st}} < m \cdot R_y \quad (9)$$

где: где $M = M_1 + M_2$ - полный изгибающий момент; N - нормальная сила; A_{st} - площадь сечения стальной балки; W_{bred} , $W_{f1,st}$, $W_{f2,st}$ - моменты сопротивления сталежелезобетонного поперечного сечения балки; R_y , R_b , R_s - расчетные сопротивления материала стальной конструкции, бетона и арматуры соответственно; m_1 - коэффициент условий работы верхнего стального пояса, учитывающий его разгрузку прилегающим бетоном (не более 1,2). Практика показывает, что последние условия (4 или 9) чаще других не выполняются, поэтому найдем коэффициент использования (K) именно для них. Результаты расчета для разных диапазонов нагрузок и различных сечений балок, посчитанные 2-мя способами приведены в табл. 1. Результаты вычислений представлены в табл. 1 и на рис. 2.

Таблица 1.

Дву тавр	Полная расчетная равномерно распределенная нагрузка, кгс/м ²						
	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
30Б1	0,46/0,42	0,66/0,61	0,86/0,78	1,05/ 0,94	1,25/1,13	1,45/1,31	1,65/1,49
35Б1	0,34/0,32	0,5/0,45	0,65/0,58	0,8/0,74	0,95/0,84	1,1/ 0,96	1,25/1,1
40Б1	0,25/0,23	0,37/0,33	0,48/0,43	0,59/0,53	0,71/0,62	0,82/0,72	0,94/0,81

Прим. Значение в числителе получено в соответствии с [1], в знаменателе - в соответствии с [2].

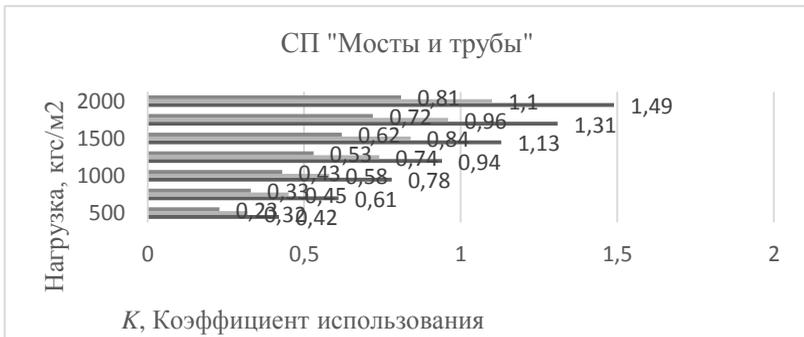


Рис. 2. Графики зависимости коэффициентов использования от полной расчетной нагрузки для различных двутавров (наиболее приемлемый диапазон $K = 0,6-0,95$ выделен фигурной скобкой)

Выводы.

1. Из анализа результатов расчета прочности комбинированных балок, выполненным по двум нормативным документам, следует, что результаты значительно разнятся, до 8-15%.

2. Расчет прочности, выполненный в соответствии с [2] дает меньший коэффициент использования материала, нежели чем по [3], то есть больший коэффициент запаса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы», 2011г.
2. СП 266.1325800.2016 «Сталежелезобетонные конструкции. Правила проектирования», 2017г.
3. Тамразян А.Г. Арутюнян С.Н. Исследование начальных напряжений и прогибов профнастила, возникающих при возведении сталежелезобетонных плит перекрытий. Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. Курск 2017. Стр. 137-145.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРЫ В ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Целью испытаний являлось получение данных о действительной работе исследуемых конструкций, а именно: определение напряженно-деформированного состояния бетона и арматуры в процессе нагружения, определение момента трещинообразования и анализ динамики роста трещин, определение возможных механизмов разрушения изгибаемых элементов.

Данная серия балок для испытаний на действие изгибающей нагрузки проектировалась для создания условий разрушения в зоне чистого изгиба по нормальному сечению балки.

В процессе испытаний образцов-балок измерялись величины: деформации бетона сжатой зоны, деформации АКП в растянутой зоне образца, прогибы балок в середине пролета, смещение концов АКП, нагрузки образования трещин, время прохождения УЗК в зонах образования и развития трещин.

Балки были изготовлены из бетона класса В30, с фракцией крупного заполнителя 10-20 мм. На рисунке 1 показана схема нагружения и армирования балки для кратковременных испытаний на действие изгибающего момента.

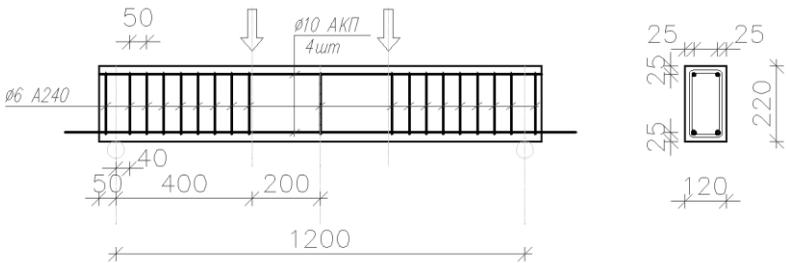


Рис.1 Схема армирования

Нагружение балок образцов осуществлялось ступенчатой нагрузкой с шагом 2,5 кН со скоростью нагружения 2,5 кН/мин. На каждой степени нагружения фиксировалось и выдерживалось значение испытательной нагрузки в автоматическом режиме.

Начало трещинообразования обнаруживается ультразвуком по трассе, проходящей через нормальное сечение. Значительное увеличение времени прохождения УЗК $t = 37 \%$ показывает, что уже на этапе нагружения $F = 10 \div 12,5$ кН имеет место развитие нормальной трещины. В дальнейшем некоторое замедление в прорастании нормальной трещины отмечается на фоне развития наклонных трещин. Следует отметить, что трасса проходит через нормальные и наклонные трещины, поэтому при больших нагрузках наблюдается выравнивание скоростей развития нормальных и наклонных трещин.

В зоне сжатия бетона нижняя граница трещинообразования просматривается на уровне $F \approx 0,5 F_{max}$ (где: F_{max} – разрушающая нагрузка). Неоднородная эпюра напряжений не позволяет точно оценить величину нагрузки сжатия, при которой для сжимаемой призмы наблюдается переход от стадии уплотнения бетона к микро- трещинообразованию. Верхняя граница трещинообразования проявляется на уровне $F = 90 \div 100$ кН, что составляет $\approx 75\%$ от средней разрушающей нагрузки для балок. После обработки результатов тензометрических измерений можно заключить, что условия равновесия по нормальной силе и изгибающему моменту при больших нагрузках нарушаются. Определение нагрузок 1-ого предельного состояния бетонных конструкций с рабочей арматурой АКП по схеме расчёта изгибаемых железобетонных элементов требует корректировки. Как показывает визуальный контроль и результаты акустических измерений, на больших нагрузках конструкция с АКП расчленена множеством магистральных трещин. При этом наклонные трещины выделяют фрагменты, разгружающие бетон сжатой зоны (чистого) изгиба балки, догружающие арматуру. Такой вывод напрашивается и по результатам визуального контроля в процессе нагружения. Начальные стадии образования и развития нормальных трещин сменяются при увеличении нагрузки этапом формирования наклонных трещин и торможением роста нормальных трещин. В результате испытания 3-х балок на изгиб при расчетной схеме разрушения по нормальным трещинам установлено, что при нагружении балок происходит трещинообразование уже на начальных стадиях нагружения как в зоне чистого изгиба, так и вне этой области. Окончательное разрушение наблюдается в зоне чистого изгиба. Максимальные напряжения, установленные в испытаниях на растяжение, образцов АКП реализуются при изгибе балок на стадии разрушения. При этом усилие растяжения в арматуре значительно превышает усилие сжатия в бетоне, которое определялось по результатам испытания образцов кубов без внесения коэффициентов запаса, учитывающих переход от марки к классу бетона и надежности по бетону. Изгибаемые балки с АКП, рассчитанные по нормальным трещинам 1-го предельного состояния, не

удовлетворяют 2-му предельному состоянию как по трещиностойкости, так и по прогибам.

В табл. 1 представлены нагрузки предельных состояний изгибаемых балок в испытаниях по нормальному сечению.

Таблица 1

Сводная таблица результатов испытаний балок по нормальному сечению

Балка	Первое предельное состояние		Второе предельное состояние		
	Разрушающая нагрузка, F, кН	Нагрузка образования трещин, F, кН	Нагрузка при раскрытии трещин с максимальной шириной, F, кН		Нагрузка при прогибе в среднем сечении балки $f = 10,0\text{мм}^*$, F, кН
			0,2 мм	1 мм	
Б1	136,8	10,0	25,0	90,0	47,5
Б2	133,0	10,0	25,0	92,5	45,0
Б3	128,5	7,5	22,5	85,0	42,0

Примечание - контрольный прогиб $f = \frac{1}{120}l = 10,0\text{мм}$ по второму предельному состоянию определялся в соответствии с СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» для изгибаемых элементов с пролетом $l = 1,2\text{м}$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции»
2. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»
3. ГОСТ 31938-2012 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия»
4. ГОСТ 8829-94 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости»

ВЛИЯНИЕ КЛАССА БЕТОНА НА РАСХОД МАТЕРИАЛОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ СТЕНКИ РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА

Значение сжиженного природного газа (СПГ) в мировой энергетической отрасли постоянно растет. Специалисты прогнозируют, что рынок СПГ будет в ближайшем будущем развиваться более быстрыми темпами, чем рынки двух других источников энергии - нефти и угля [1,2]. В мировой практике хранения СПГ широко используются железобетонные резервуары закрытого типа с полной герметизацией.

Они состоят из непроницаемой для жидкости внутренней емкости и внешней емкости, непроницаемой для жидкости и пара. Внешняя емкость представляет собой стальной или железобетонный резервуар, оснащенный купольной крышей.

Большинство компаний при проектировании наземных изотермических резервуарах опираются на стандарты США API 620 и Европы BS7777-4.[3] В соответствии с данными стандартами толщина железобетонной стенки резервуаров варьируется в пределах от 750 мм до 1500 мм. В работах [4,5] представлены результаты расчета цилиндрического резервуара ёмкостью 200000 м³. Резервуар состоит из внутреннего резервуара из 9%-ной никелевой стали, в котором находится криогенная жидкость, внешней несущей оболочки, выполненной из предварительно напряжённого железобетона. Между ними располагается теплоизоляционный слой. Толщина вертикальных стен составляет 0,75 м от отметки +7,5 м и выше, а к низу стена утолщается до 1,4 м в основании. По верху стены устроена кольцевая балка, призванная сдерживать распор от железобетонного купола покрытия. Сам купол, толщиной 600 мм, также выполняется из монолитного железобетона. Фундаментная плита имеет переменную толщину: 1,8 м в основной части; 2,1 м в местах сопряжения стенки с днищем резервуара.

Расчет выполнялся в программном комплексе Лири-САПР. Напрягаемая арматура принималась в виде пучков, состоящих из 31 каната в каждом пучке. Семипроволочные канаты класса K1700 диаметром 15,2 мм. Основной шаг пучков 750 мм. Величина начального предварительного напряжения составляла $\sigma_{0,sp} = 1300$ МПа; с учетом всех потерь, предварительное напряжение равнялось $\sigma_{sp} = 1063$ МПа. В расчетах варьировался класс тяжелого бетона от В20 до В80 и размеры нижней части стенки резервуара, примыкающей к днищу (параметры t_1, t_2, a).

Схема суммарного давления, действующего на резервуар приведена на рис.1

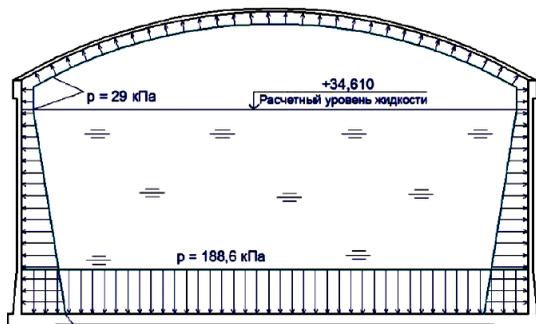


Рис.1. Суммарное давление внутри резервуара

Результаты расчетов приведенной толщины стенки железобетонного резервуара и процента ее армирования в зависимости от класса бетона представлены в таблице 1.

Таблица 1

Процент армирования стенки резервуара

	Площадь стенки	Высота стенки	Приведенная толщина стенки	Площадь пучков	Процент армирования
Класс бетона	A , м^2	H , м	t_{red} , см	A_{sp} , см^2	$\mu_{sp} = \frac{A_{sp}}{H \cdot t_{red}} 100$,
B20	15,15585	36,2	41,867	2111,41	1,393
B40	14,2809	36,2	39,450	2068,32	1,448
B60	15,76184	36,2	43,541	1982,14	1,258
B80	14,70878	36,2	40,632	2025,23	1,377

Приведенная толщина стенки резервуара определялась по формуле:

$$t_{red} = \frac{0,5(t_1 + t_2)a + (H - a)t_1}{H} \quad (1)$$

На рис.2 представлен график, построенный по расчетным значениям процента армирования стенки в зависимости от класса бетона прочности на сжатие.

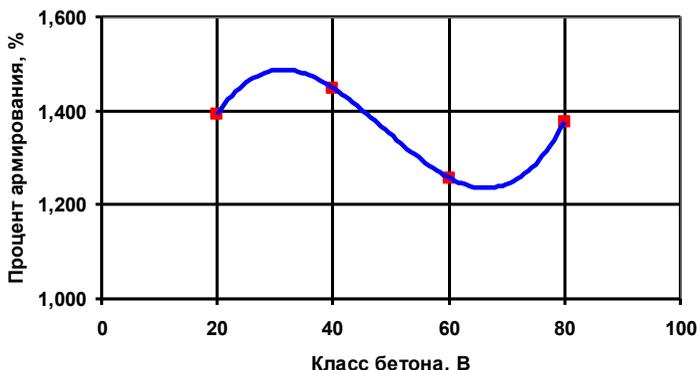


Рис.2. Изменение процента армирования стенки резервуара в зависимости от класса бетона.

В результате аппроксимации расчетных значений получена зависимость:

$$\mu = (1,1584B^3 - 169,75B^2 + 7217,3B + 53599) \cdot 10^{-5}$$

Приравняв производную от полученной функции нулю, находим, что максимальный процент армирования $\mu = 1,49\%$ будет при классе бетона В30, а минимальный $\mu = 1,24\%$ при классе бетона В65.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рачевский Б.М.* Сжиженные углеводородные газы. М.: Нефть и газ, 2009. 640 с.
2. *Васильев Г.Г., Иванцова С.Г., Рахманин А.И.* Особенности обеспечения безопасной эксплуатации крупногабаритных изотермических резервуаров для хранения сжиженного природного газа // Газовая промышленность – 2013. №11. С. 57-61.
3. *Тамразян А.Г.* Научно-методические основы оценки риска зданий и сооружений. III Международный симпозиум «Проблемы современного бетона и железобетона» (9-11 ноября 2011г., г.Минск). С.141-148.
4. *Ву Л.К., Аксенов В.Н.* К расчёту цилиндрического железобетонного резервуара для хранения сжиженного природного газа // Инженерный вестник Дона - 2015. №2, ч.2.
5. *Ву Л.К.* Проектирование железобетонных резервуаров для хранения сжиженного газа из бетонов В40 – В60 на материалах Социалистической Республики Вьетнам // Диссертация канд. техн. наук .2015. 216 с.

НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ БАЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С КОРРОЗИОННЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ БЕТОНА

В двадцатом веке началось активное распространение железобетонных конструкций. В настоящее время огромное число жилых домов, административных зданий и промышленных сооружений строятся именно из железобетона. Этому способствует экономическая эффективность и относительная простота возведения данного вида конструкций.

Однако, как и любой другой материал, железобетон имеет свойство разрушаться от агрессивного воздействия агрессивных средств, неумелого использования человеком и безжалостного течения времени. Из-за этого прискорбного обстоятельства и огромного объёма зданий различного назначения из железобетонных конструкций остро встаёт вопрос о «Напряжённо-деформированных состояниях балочных железобетонных элементов с коррозионными повреждениями бетона».

Агрессивные среды вызывают повреждения сечений железобетонных конструкций. От этого их расчётная схема не меняется, но снижается силовое сопротивление нагрузкам. В статически неопределимых системах начинают распространяться по-новому за счёт изменения погонных жёсткостей их элементов. Из-за разрушений связей и узлов вследствие коррозии изменяются расчётная схема и степени статической неопределимости конструктивной системы.

По глубине повреждения коррозией бетона оценивается силовое сопротивление сечения элемента. Коррозионное повреждение по сечению, конечно, носит неравномерный характер. Чем больше удаление от поверхности контакта с агрессивной средой, тем меньше коррозия оказывает воздействие на бетон. Если наружные слои конструкции оказались полностью разрушены, то зона повреждения может переместиться в глубину конструкции. В таком случае коррозионное разрушение бетона приводит к его полному разрушению и, соответственно, к потере несущей способности. Если повреждение бетона не достигло таких масштабов, то в глубине частично сохраняется силовой бетон, способный ещё нести нагрузку.

Силовое сопротивление бетона отличают анизотропия механических свойств, нелинейность связи "напряжение-деформации", неравномерность и наследственность деформирования во времени, необратимость

деформаций. Бетон, подвергшийся коррозионному повреждению, имеет такие же свойства.

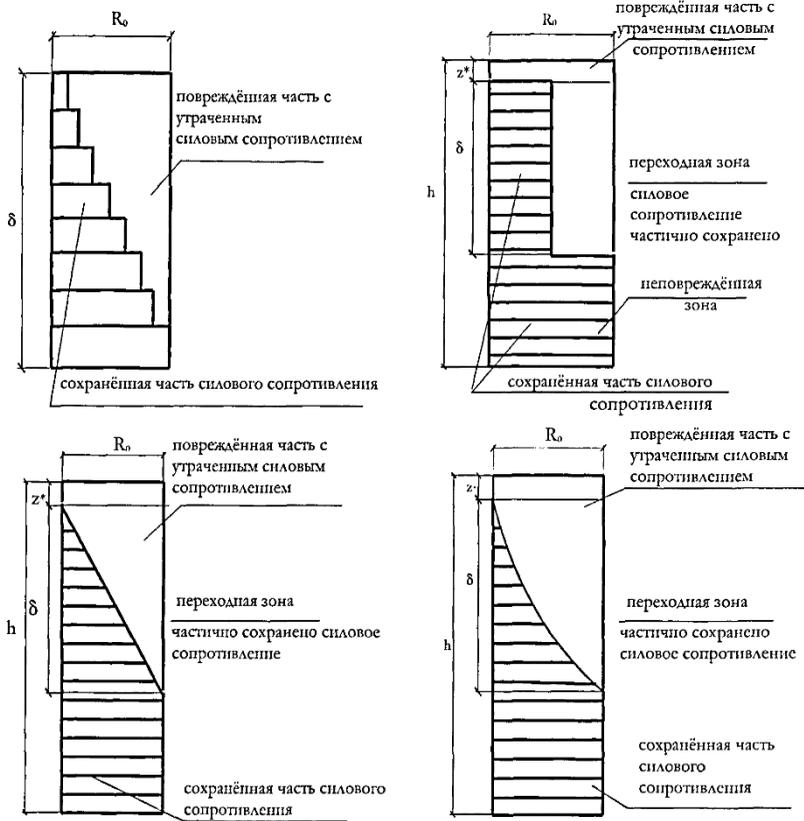


Рис. 1. Схемы многослойных коррозионных повреждений бетонных образцов.

Коррозионные повреждения – это несиловые повреждения. Они необратимы и растут в течении времени. Воздействие агрессивных сред может быть как постоянным, так и меняться. Поверхность конструкции может разрушаться равномерно или, наоборот, неравномерно.

Интенсивность повреждения бетона зависит от глубины проникновения коррозии. Наружные слои повреждаются больше всего, потому что соприкасаются с агрессивной средой. Следующие за наружными слоями средние имеют несколько меньше повреждений, а за ними идёт зона бетона, который полностью сохранил силовое сопротивления нагрузкам.

Исследованиями в данной области занимались такие учёные, как: Е. А. Гузеев, П. Г. Комохов, В. И. Римшин, В. М. Бондаренко – каждый из них по-своему описал изменчивость силового сопротивления.

Гузеев – в виде послыонного ступенчатого повреждения. (рис. 1.а.)

Комохов - вместе со своей командой предложил трёх зонную систему повреждений. (рис. 1.б.)

Римшин, объединив лучшие идеи последних, вывел треугольную схему повреждений в частично повреждённой зоне. (рис. 1.1в.)

Бондаренко провёл обобщение представленных схем, исходя из соображений монотонно-энтропийного изменения повреждений по мере продвижения и поверхности нейтрализации с обязательным сопряжением кривой поверхности повреждения с поверхностью нейтрализации. (рис. 1.1г.)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пахомова Е. Г.* Дис. канд. тех. наук. Прочность изгибаемых железобетонных конструкций при коррозионных повреждениях. Курск 2006.

2. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.

3. Клюева, Н.В. Критерий прочности нагруженного и коррозионно поврежденного бетона при плоском напряженном состоянии [Текст]/Клюева Н.В., Колчунов Вл.И., Губанова М.С.//Жилищное строительство. 2016. № 5. С. 22-27. 1

4. *Тамразян А.Г., Попов Д.С.* Reduce of bearing strength of the bent reinforced concrete elements on a sloping section with the corrosive damage of transversal armature. (2017) MATEC Web of Conferences, 117, № 00162.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ МОНОЛИТНОГО МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ МАССОВОЙ ЗАСТРОЙКИ ВО ВЬЕТНАМЕ

Социалистическая Республика Вьетнам - государство в Юго-Восточной Азии с жарким и влажным тропическим климатом. Страна протянулась на 1600 км вдоль восточного побережья Индокитайского полуострова [1]. Вьетнам является развивающейся страной с большим населением, особенно в крупных городах. С ростом спроса на жилье, когда площадь земельных участков, предназначенных для застройки, в центре города уменьшается, то на окраине города становится обоснованным с финансовой точки зрения строительство многоэтажных (10-20 этажей) жилых зданий-кондоминиумов. Инвестиции в проектирование и строительство таких зданий поощряются, особенно если проекты хорошо технически и экономически проработаны и находятся в гармонии с окружающей средой [2]. На рисунке 1 представлен вид многоэтажной массовой застройки в городах Вьетнама. Как правило, здания массовой застройки представляют собой монолитные железобетонные здания, которые проектируются (по классификации, представленной в [3]) с колонной конструктивной системой. Конструктивная система (КС) является совокупностью взаимосвязанных несущих конструкций, обеспечивающих прочность и устойчивость зданий

Для зданий с вертикальными несущими элементами в виде колонн или колонн со диафрагмами более традиционно классифицировать конструктивную систему таких зданий как рамный каркас, связевой каркас и смешанный каркас (рамно-связевой каркас) [4]. В настоящее время во Вьетнаме в качестве несущей основы многоэтажных зданий широко применяются рамно-связевые каркасы (РСК), выполненные из монолитного железобетона.

На рисунке 2 представлены конструктивные элементы рамно-связевого каркаса. Нагрузка от перекрытия через ригели передается на колонны (ригельный каркас). В обеспечении прочности и устойчивости КС участвуют диафрагмы жесткости - связевые элементы, в том числе замкнутые связевые элементы лестнично-лифтовых шахт (стволы).

Основные несущие конструкции здания характеризуются конструктивными параметрами, которые включают в себя геометрические размеры расчетных сечений элементов строительных конструкций, классы бетона и арматуры, а также степень содержания арматуры (коэффициент армирования), определяемую по нагрузкам с

учетом пролетов расчетной схемы. Объемно-планировочные решения зданий массовой застройки в городах Вьетнама формируются на основе типовых параметров: высоте этажа 3,0 м, шаге колонн 3,0 м и 6,0 м. Высота и шаг колонн могут быть увеличены или уменьшены в зависимости от требований планировочных решений.



Рис. 1. Монолитные многоэтажные здания массовой застройки в городах Вьетнама

Колонны – конструктивные элементы рамы, выполняются монолитными, поперечное сечение колонн обычно принимается квадратное, круглое, либо прямоугольное с размером меньшей стороны не менее 20 см. Класс бетона, как и в России, принимается не менее В25 и не более В60, процент армирования в любом сечении (включая участки с нахлесточным соединением арматуры) - не более 10 [3]. Стены жесткости, являющиеся связевыми элементами для каркаса, выполняются монолитными, толщину стен рекомендуется принимать не менее 18 см, класс бетона - не менее В20.

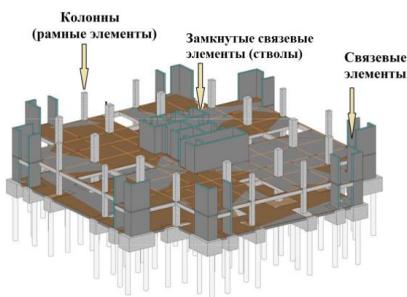


Рис.2. Конструктивные элементы рамно-связевого ригельного каркаса.

Для большинства городских территорий Вьетнама грунты относятся к крупнообломочным: галечным или гравийным с песчаным или пылевато-глинистым заполнением, с расчетным сопротивлением R не менее 350 кН/м^2 . Для многоэтажных монолитных зданий массовой

застройки в городах Вьетнама, как правило, применяются отдельные ростверки, объединяющие буроинъекционные сваи круглого сечения. Свая буроинъекционная – это буровая свая диаметром менее 350 мм, выполняемая путем инъекции мелкозернистой бетонной смеси в буровую скважину. Железобетонные монолитные ростверки свайных фундаментов проектируются из тяжелого бетона класса не ниже В15 [5]. В качестве плит перекрытий в зданиях колонной КС в Социалистической Республике Вьетнам применяются безбалочные плиты перекрытия в виде гладкой плиты, а также перекрытия с межколонными балками в одном или двух направлениях. Толщина плоских плит перекрытий сплошного сечения принимается не менее 16 см и не менее 1/30 длины наибольшего пролета, а также не более 25 см, класс бетона принимается не менее В20. В соответствии с российскими строительными нормами при пролетах 6-8 м рекомендуется применять плоские плиты перекрытия, при пролетах до 12 м – перекрытия с межколонными балками [3]. Выводы: Обладая многими преимуществами, монолитные многоэтажные здания массовой застройки становятся все более популярными для городов Вьетнама, где плотность населения высока. Однако для того, чтобы гарантировать качество зданий, необходимо строго соблюдать технические требования к проектированию и строительству зданий, к выбору конструктивных параметров и расчету их несущих элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Советский энциклопедический словарь. - М., изд. "Советская энциклопедия", 1981, с.108.
2. Тамразян А.Г. Особенности работы высотных зданий. Жилищное Строительство, 2004, № 3. С.19-20.
3. СП 52-103-2007. Железобетонные монолитные конструкции зданий.
4. Пособие по проектированию жилых зданий. Вып.3. Конструкции жилых зданий. – М., Стройиздат, 1989, 304 с.
5. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.

СЕКЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ДИЗАЙНЕРСКИХ РЕШЕНИЙ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКЕ СИЛИКАТОВ

Студентка 4 курса 36 группы ИСА **Безверхова Е.О.**

Научный руководитель – канд. хим. наук., доц. **О.В. Земскова**

СОЮЗ МЕТАЛЛА И СТЕКЛА В ДЕКОРАТИВНОМ ПАННО

Стекло в сочетании с ковкой — это распространенный дуэт, в котором элементы дополняют друг друга и образуют общее целое. Металлический каркас и окантовка придают изделию необходимую надёжность и прочность, а стекло добавит изделию эстетики, позволит создать интересные образы и подчеркнёт оригинальность.

Композиции из металла и стекла можно использовать для изготовления декоративной кованой интерьерной мебели, такой как: подставки под цветы, столы, зеркала, журнальные столики, люстры. Изделия получаются стильными, легкими, негромоздкими, а так же подойдут для городской современной квартиры, интерьера помещения в классическом стиле, офисных помещений и загородных домов [3].

Под разный стиль кованого изделия используется своя металлическая отделка (таблица 1).

Таблица 1

Стиль и материал для кованых изделий

Стиль	Материал
Хай-тек, минимализм	Хром, нержавеющая сталь, латунь
Электика	Любой металл
Лофт	Нержавеющая сталь, медь, латунь
Кантри	Золото, хром, медь
Классика (традиционная)	Хром, золото, серебро

Тёмная цветовая палитра: чугун, железо, сталь. Светлая палитра: нержавеющая сталь, латунь, алюминий, медь.

Для своего диплома я решила изготовить кованую жардиньерку (подставка под цветы) с вставленными элементами фьюзинга.

Форму подставки я решила взять округлую, так как в ней будет легче соединять стеклянное изделие с металлическим каркасом (рис.1).

Фьюзинг является самой новой технологией изготовления витража, в отличие от других. Это техника спекания стекла в специальной фьюзинговой печи при температуре от 537°C до 780 °C. В изделиях нет ме-

таллических соединений между стеклами, так как при высокой температуре стёкла между собой сплавляются и приобретают однородную форму [2].



Рис. 1. Кованая подставка под цветы

В технике «фьюзинг» имеется ряд преимуществ в изготовлении витражей, нежели в старых технологиях:

Витраж может быть многослойным

Так как в витраже отсутствуют швы между элементами стекла, на него не влияет вода, поэтому изделие можно будет использовать как в домашнем, так и уличном, парковом и дачном интерьере.

Витраж может быть рельефным

Стекло для кованого изделия может быть не только прозрачным, но и тонированным, глушеным, с напылением или матированным [1]. Металлу можно придать разнообразные расцветки, например под бронзу, золото или серебро. Благодаря этому можно разработать сочетания стекла иковки в различных вариантах.

Для своей кованой подставки я выбрала прозрачные и полупрозрачные стёкла, так как после спекания они остаются яркими и не теряют своего окраса.

После изготовления витражного изделия в технике фьюзинг, нужно закрепить его на кованой жардиньерке. Способ, который я буду использовать — пайка. Для начала покрываем место пайки на кованом изделии и места, где должно присоединяться стекло к кованому изделию, медной лентой, затем спаиваем оловом (ему можно придать состаренный вид) с помощью паяльника.

Металл для интерьера – податливый материал. С его помощью можно создать современную минималистичную обстановку, насыщенную прохладным блеском стали и эстетикой стекла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Спирито, М.* Витражное искусство и техника росписи по стеклу / Перевод с итал. Е. Лысовой. – М.: Мир книги, 2006. – 128 с.
2. *Petra Kaiser*, "Introduction to Glass Fusing": Wardell Pub Inc; UK ed. edition (May 15, 2003), 4–6 с.
3. *Дзаккария, Д.* Декорируем стеклом: предметы интерьера, витражи. – М.: издательство «Ниола 21 век», 2007. – 160 с.
4. *Дрюкова А.Э., Подкорытов М.А.* Технологические приемы крепления неметаллических вставок в кованные изделия. // В сборнике: Международная научно-техническая конференция "Информатика и технологии. Инновационные технологии в промышленности и информатике" ("МНТК ФТИ-2017") Сборник научных трудов. Под редакцией Булатова М.Ф.. 2017. С. 531-534.
5. *Давыд В. С.* Художественные особенности витража в истории искусства. // В сборнике: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ И ИННОВАЦИИ Сборник статей Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 2016. С. 146-148.
6. *Абоимова И.С., Затравкина Д.В.* Отделочные и конструктивно-отделочные материалы в формировании стилистической концепции интерьера. // Национальная Ассоциация Ученых. 2015. № 6-4 (11). С. 34-36.

ШАХМАТНЫЙ ЖАНР В КЕРАМИЧЕСКОМ ИСКУССТВЕ

На данный момент известно, что уже в древние времена ремесленниками предпринимались попытки изобразить человеческую фигуру в керамике. Первые изделия, найденные археологами датируются 23 тысячелетием до н.э. Начиная с этого времени, керамические фигуры переживают непрерывное развитие – формируются различные методы и техники изготовления, одновременно с этим появляются новые виды керамики. Наивысшей точкой развития керамики можно считать появление в VII веке китайского фарфора, который ознаменовал переход керамического искусства на новый уровень. Примерно в этот же период в Индии возникают шахматы и начиная с этого момента эти два великих изобретения стремятся навстречу друг другу, чтобы объединиться.

Керамические шахматы по праву можно назвать синтезом двух искусств, каждая из которых прошла путь собственного развития в несколько сотен лет.

Керамические шахматы изготавливающиеся в России, отличаются большим своеобразием, на которое оказало влияние культура и специфика прикладного искусства народов проживающих на её территории.

В связи с уменьшением в XVIII в. круга общества, в котором была популярная игра, ремесленники начинают специализироваться на изготовлении дорогих фарфоровых шахматных наборов. С увеличением производства изготовление шахмат переместилось на Императорский фарфоровый завод, расположенный в Петербурге, который в настоящее время носит название Ломоносовского фарфорового завода.

Один из интереснейших экспонатов изготовленный на данном предприятии – шахматы знаменитой художницы-керамистки Наталии Данько, это агитационные шахматы 20-х годов.



Рис.1. Шахматы «Агитационный фарфор»

Другим не менее интересным изделием являются выпущенные в ограниченном количестве на заводе Вербилкок шахматы из фарфора и

кобальта. Изготовлением фигур занимался народный художник РСФСР Орлов С.М., а расписывали их Н.С.Абрамович и Н.С.Бушова.

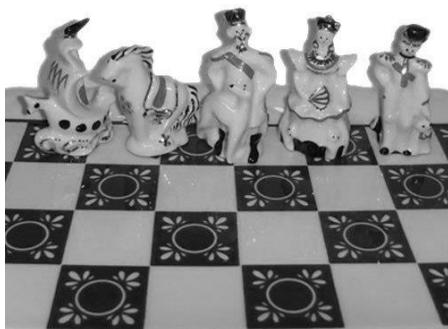


Рис.2. Шахматы «Дамы и гусары»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федорова З.С., Мусина Р.Р. История художественной керамики. Учебное пособие. М.: МГХПА им. С.Г. Строганова, 2013. 360с.
2. Вильямс Гарет, Шахматы. История. Фигуры. Игроки. М.:«Арт-родник», 2004. 160с.
3. Частные фарфоровые заводы Российской империи 1756-1917 / под науч. ред. В. В. Знаменова.– СПб.:Ринал-Интер, 2011. 567с.

ТЕХНОЛОГИЯ ГИПСОВОГО ПАННО ЭТАПЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ДЕКОРИРОВАНИЯ

Использование гипсовой лепнины при отделке интерьеров является распространенным вариантом декорирования. Такие декоративные элементы создают эффект роскоши в дизайне домов и квартир.

Изделия из гипса остаются популярными, благодаря следующим качествам:

Экологичность. Гипс-это природный материал, который не содержит токсичных соединений. Одно из отличительных свойств этого материала- гигроскопичность. Пропуская воздух и влагу, обеспечивает естественную вентиляцию.

Долговечность. При правильном уходе гипсовый декор практически не подвергается износу. Такие изделия хорошо переносят изменения температуры, не теряет прочность и не дает усадки.

Низкий уровень пожароопасности.

Дизайнерская вариативность. Гипсовые изделия могут иметь различную форму, размер. Так же существует много вариантов декорирования.

Необходимые материалы и инструменты

Бумага, карандаш, доска, пластилин, стеки, нож канцелярский, гипс, грунтовка, краски, губка, кисти.

Этапы создания гипсового панно:

1.Дизайн проекта

Создание эскизов, разработка будущего декоративного элемента

2.Изготовление лепнины включает в себя следующие шаги:

- Лепка модели из пластилина
- Производство формы для отливки декоративного элемента
- Отлив декоративного элемента

3.Художественные работы

Рассмотрим этапы подробнее

При разработке дизайна проекта, должны учитываться такие важные моменты, как:

Эскиз является первым этапом, дает понимание формы и основных проектных решений. При разработке эскиза важно учесть особенности материала и места, где будет располагаться наше изделие.

Когда сформирована общая концепция, эскиз переносится на картон.

Переходим к следующему этапу-изготовление модели из пластилина.

Для данного шага нам необходима доска, соответствующая формату работы.

Переходим к подготовке плинта. На кусок фанеры наносится слой скульптурного пластилина толщиной 1 сантиметр. Размер плинта равен рисунку. Эскиз переносится на плинт. С помощью иглы делаются сквозные отверстия.

Используя скульптурный пластилин, создается будущая модель. Пластилин наносится размятыми комками, придавая необходимый объем. Затем выравнивается стеками. На модели не должно быть отрицательных углов, иначе невозможно будет отделить форму от пластилина, не повредив ее. При изготовлении гипсового панно, важно выдержать правила перспективы.

После того как готова модель из пластилина, начинается этап изготовления формы для отливки декоративного элемента. Для этого используется силиконовый компаунд. Устанавливается опалубка на расстоянии 1,5 см от модели из пластилина. Высота стенок должна превышать высоту данной модели. Следующий шаг-смазывание конструкции мыльным раствором. В силикон добавляем отвердитель. Затем заливаем форму полученной смесью. Спустя 24 часа форма разнимается, чистится. Можно приступать к отливке декоративного панно из гипса. Нам понадобится мягкая емкость, гипс, холодная вода. Гипс добавляется в воду до тех пор, пока на поверхности не образуются устойчивые пики. Смазанную мылом силиконовую форму, заливаем полученным раствором. После того как наша форма застынет, разнимаем ее и приступаем к декорированию.

Существует много способов декорирования гипсового панно.

Поверхности гипсового изделия можно придать вид древесины, бронзы, так же применяется метод состаривания.

Перед тонированием изделие нужно просушить в течении нескольких дней. Затем гипс обязательно покрывают грунтовкой. Это делает гипс негигроскопичным и исключает появление пятен на поверхности.

Варианты декорирования:

Тонирование под воск. Для этого поверхность гипсового изделия покрывается раствором воска со скипидаром и небольшим количеством желтой масляной краски. Через два часа протирается мягкой тряпкой.

Отдельвание изделий «под кость». Гипсовую модель обрабатывают мыловаром, 30 грамм белого мыла растворяют в 1 литре горячего кипяченного молока, охлаждают и кистью наносят на поверхность. После сушки изделие полируется нитролаком, подкрашивая углубления желтой масляной краской. Чтобы убрать блеск, покрывается тальком.

Патинирование. Метод окраски под бронзу. Используются масляные краски, предварительно подобрав их по цвету. Например, для коричне-

вого тона рекомендуется использовать следующий состав, в частях по массе: охра-11, сиена натуральная-33, сажа газовая-28, скипидар-70, сиккатив-70. Краска наносится в три слоя. Выпуклые части изделия покрываются жидким составом, углубления-густым. Первый слой краски светлее последующих. После высыхания слоя, изделие обрабатывается мелкой шкуркой и протирается ацетоном. Второй слой более темный и густой. Для этого в состав вводится бронзовый порошок. Третий слой разжижается скипидаром, в котором растворен пчелиный воск 40 г на 500 г растворителя. Благодаря воску краска становится матовой. Третий слой слегка снимается мягкой губкой с выступающих частях рельефа. Затем поверхность протирается тальком. Смесь графитовой пудры и бронзового порошка обычно используют для того, чтобы усилить эффект тонировки выпуклой части изделия, для этого его можно припорошить этой смесью.

Золочение. Придание золотых оттенков лепному декору посредством сусального золота, золотой фольги, потали или акрила. Декорирование при помощи потали требует финишного покрытия в виде лака.

Художественная роспись. Панно покрывается масляной краской нейтрального светлого оттенка, например, охрой. Далее покрываются рельефные части лепнины более темным тоном. Промазываются все углубления. Затем верхние элементы протираются тряпкой, для того чтобы снять краску, обнажая светлый фон.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Б.Р Виннер.* Введение в историческое развитие искусства. Раздел скульптура. М. 2004 Аст-Пресс
2. *А.А. Мельник .* Основные закономерности построения скульптурного рельефа. М. 1985. Высшая школа

СЕКЦИЯ ИСТОРИИ ДЕКОРИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Студентка 3 курса 36 группы ИСА Глушенкова Н. П.
Научный руководитель – ст. преп. М.В. Полякова-Коровина*

ГАУДИ – АРХИТЕКТОР И ДЕКОРАТОР

Антони Гауди-и-Корнет родился 25 июня 1852 года в небольшом городке Реус, близ Таррагоны, в Каталонии. Именно в мастерской отца - медника, По словам архитектора, ощущение пространства проснулось в нем в мастерской отца-медника. Гауди с детства страдал ревматизмом, вследствие этого ограниченная подвижность обострила наблюдательность будущего архитектора. Его интерес к рисованию и архитектуре проявился уже в школьные годы. После окончания школы (1863-1868г.) Гауди переехал в Барселону и поступил в начале на подготовительные курсы, а затем обучался в Провинциальной школе архитектуры, и закончил обучение в 1878 году.

На юного Антонио Гауди сильно повлиял необычайный расцвет неоготического стиля, наблюдавшийся в Европе в то время. Энтузиасты неоготики – французский архитектор и писатель Виолле-ле-Дюка и английский критик и искусствовед Джона Рескин - провозгласили декларацию - «Декоративность – начало архитектуры». Это утверждение абсолютно совпадало с представлениями Гауди, неповторимый талант которого с годами только шлифовался. В период раннего творчества, прошедшего под влияниями архитектуры Барселоны, испанского архитектора Марторела и неоготического стиля, строятся первые, богато декорированные нарядные: Дом Висенс (Барселона) (рис.1), и Дом Эль-Каприччо (Комильяс, Кантабрия), Дом Кальвет(Барселона, Школа при монастыре Святой Терезы (Барселона) епископский дворец в г. Асторга (Кастилья, Леон) и Дом Ботинес(Леон) [4 ,5].

Встреча с богатейшим текстильным магнатом Эусебио Гуэлем, имела решающее значение для молодого архитектора. Он смог реализовать свои фантастические замыслы: была создана одна из самых интересных работ Гауди - Парк Гуэля. Над созданием Парка Гауди работал с 1900 по 1914 год. Парк Гуэль в полной мере отражает особенность А. Гауди – высочайшее мастерство синтеза архитектуры и декоративного искусства. Творческий метод Антонио Гауди - это разнообразие композиционных, технических и технологических приемов.



Рис. 1 Дом Висенс, Антонио Гауди, Барселона

Он сочетает скульптуру, мозаику и декоративно обработанные поверхности с архитектурной формой. Рельефы заполняют ниши или поверхности сводов. Активная пластика архитектуры соединялась с элементами мозаики или витража [1].

В цветовом оформлении зданий и сооружений Гауди применял облицовку из расписной многоцветной керамики, покрытой глазурью. [5] Этот прием, пришедший из средневековой мусульманской архитектуры, мастер использовал для собственной интерпретации национальной декорации. Примером введения витражей, еще одного способа декоративного оформления архитектуры, в работах Гауди служат элементы художественного синтеза - окна-витражи в виде цветка в сочетании с активной пластикой ребристой структуры потолка в Крипте в колонии Гуэля. [4,5]

Строительство храма Святого Семейства (храм начал строиться с 1882 г и строится до сих пор) являлось главным строительством в жизни Антонио Гауди, Гауди добивается удивительного эффекта – его храм выглядит хрупким, вылепленным из глины, этим он подчеркивает бренность и скоротечность человеческой жизни. А проглядывающая прочность (храм выполнен из бетона) символизирует силу веры. Скульптурные группы «Рождение Иисуса» и «Поклонение пастухов и волхвов», фигуры трубящих ангелов, сцены Благовещения и Венчания Святой Девы занимают центральный портал. [1] Фигуры животных и каменные растения декорируют фасад собора. [2,3]

Гауди скончался 10 июня 1936 года. Его похоронили в крипте собора Саграда де Фамилия. Храм Святого Семейства (Саграда Фамилия) Витраж Храма (Саграда Фамилия), показаны на рисунке 3 и 4.



Рис.3 Храм Саграда Фамилия



Рис.4 Витраж в храме

Творческий метод Антонио Гауди - перманентный поиск средств и возможностей усиления разнообразия архитектуры, для решения художественных задач, для эмоционального обогащения архитектуры, для достижения ее максимальной выразительности и повышения воздействия на зрителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Адамс С.* Путеводитель по стилю «Движение искусств и ремесел» / Пер. с англ. – М.: Радуга, 2000. –128 с.
2. *Горюнов В.С., Тубли М.П.* Архитектура эпохи модерна. Концепции. Направления. Мастера. – СПб.Стройиздат, 1992. – 360 с.
3. *Криппа М. А.* Гауди. О влиянии природы на архитектуру – М.: Арт-Родник, 2008. – 172 с.
4. *Надеждин Н.Я.* Антонио Гауди: Воздушные замки Каталонии. – М.: Майор, 2008. – 191 с.
5. *Нонель Х. Б.* Антонио Гауди. – М.: Стройиздат, 1986. – 167 с.

АРХИТЕКТУРНО-ДЕКОРАТИВНОЕ ПРОСТРАНСТВО АНТОНИО ГАУДИ. МОЗАИКА

Творчество А. Гауди приходится на конец XIX и начало XX века. Можно сказать, что благодаря именно Антонио Гауди в это время особо популярным стал стиль Ар-Нуво. Ар-Нуво (в России получил название модерн), по сути, являлся единством выразительности всех форм искусства, архитектуры и дизайна. Гауди всегда искал новые способы и методы повышения выразительности своих работ, вследствие чего прибегал не только к архитектурным, но и декораторским и ремесленным приемам и техникам, совмещая их. [3]

«Архитектор будущего будет полагаться на имитацию природы, потому что это самый рациональный, долговечный и экономичный из всех методов». Антонио Гауди

Оригинальность, по мнению Гауди, состоит в том, чтобы вернуться к первооснове, т.е. к природе (принцип органичности). Он считал, что нет ничего лучше и выразительнее естественных форм живой природы, которые и использовал за основу в своей архитектуре. Именно благодаря синтезу природных форм и декораторского искусства творения Гауди так необычны и великолепны. [4,5]

Творчество А.Гауди невозможно представить без элементов художественного синтеза в архитектуре.

Художественный синтез это – органичное единство различных видов искусства, таких как живопись, скульптура, декоративно-прикладное искусство и архитектуры, в следствии чего возникает целостный ансамбль, позволяющий более полно раскрыть задумку архитектора. Способы осуществления синтеза художественных элементов, применяемых испанским зодчим, отличаются большим разнообразием композиционных, технических и технологических приемов. Несмотря на разнообразие способов включения тех или иных художественных компонентов в конструкции, можно выделить общую закономерность. Элементы художественного синтеза связаны архитектурной средой, в которой находятся и подчиняются задачам, стоящим в целом перед композицией. Главнейшими видами передачи выразительности и объединения композиции являются мозаика, фреска, сграффито, кистевая роспись. Мозаика Гауди (рис.1) – это, чаще всего, орнамент, изготавливаемый из различных кусочков битого стекла, керамической плитки и, иногда, камней, укрепленных непосредственно на декорируемой поверхности цементом. Архитектор пользовался техникой «прямого набо-

ра», когда мозаика набиралась сразу на поверхности и составляла с ней единое целое. Для достижения интересных эффектов и насыщенного цветового решения часто применялись естественные строительные материалы разных цветов и фактуры. Зодчий, благодаря их художественным качествам, в своих работах широко применял местные материалы (известняка, песчаника, мрамора). Так для отделки стен применялся кирпич различных оттенков в сочетании с природным камнем и светлой штукатуркой. Архитектор также органично сочетал многообразие форм и контраст красок, например, грубый необработанный кирпич и блестящую керамическую плитку. Данные приемы использовались как во внешней, так и во внутренней отделке, при строительстве жилых домов и парков. Поверхности насыщены богатой красочной гаммой самих материалов и их сочетаний.

Одной из самых красивых техник в арсенале Гауди можно считать облицовки керамическими плитками, в том числе глазурованными плитками с росписью. Зачастую Эскизы для своих мозаичных панно и плитки он рисовал сам. Например, он создал эскиз керамической чешуи для, дома Бальо в Барселоне, которая начинает играть цветами при смене освещения. Так же стоит отметить необычные строения и извивающуюся змеей скамейку в парке Гуэль, украшенными потрясающими мозаиками в стиле тренкадис – кусочки неправильной формы фарфора, цветного стекла, битой керамики складываются в причудливые картинки калейдоскопа.

Тренкадис (исп. *trencadís*) — техника «ломаной» мозаики, составленной из фрагментов керамики (посуды, изразцов) и стекла. Типична для архитектуры каталонского модернизма.

Идея «тренкадис» пришла в голову Антонио Гауди — самому яркому архитектору каталонского модерна. Впервые он применил *trencadís* (катал. *trencat* — «разбитый») при строительстве Парка Гюэля (Park Güell). Изначально покрывать цельными плитками поверхности, не подразумевающие прямых линий и ровных плоскостей, было очень неудобно и нерационально. Различные осколки керамики, в том числе битой посуды, керамических расписных и нерасписных глазурованных плиток, комбинировались с осколками прозрачного и непрозрачного стекла и крепились при помощи цементного раствора из извести, песка и воды. К примеру, перевернутыми кофейными чашками Гауди украсил увенчанную грибом крышу одного из «пряничных домиков» в Парке Гюэль, а горлышками бутылок и другими стеклянными осколками — один из дымоходов Дома Мила (Casa Milà).[1,2]

«Цвета, используемые в архитектуре, должны быть яркими, логичными и насыщенными». Антонио Гауди.



Рис. 1 Мозаичная скамейка (фрагмент), Антонио Гауди, Парк Гуэль

Такой необычный, креативный способ давал полнейший полет фантазии архитектора, позволяя создавать необычные и великолепные поверхности с насыщенной цветовой гаммой.

Работы Гауди поражают своей яркостью, новизной образов и необычностью. Свободный полёт фантазии позволил сломить многовековые традиции архитектуры и строительства, свое место в работах Гауди заняла эклектика, совмещение несовместимого, оказавшееся гармоничным и прекрасным. Благодаря декораторским способностям зодчего мы можем видеть каким необычным, прекрасным и потрясающим может быть мир вокруг нас.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горюнов В.С., Тубли М.П. Архитектура эпохи модерна. Концепции. Направления. Мастера. - СПб.: Стройиздат 1992
2. Надеждин Н.Я. Антонио Гауди: «Воздушные замки Каталонии». – М.: Майор, 2008
3. У. Харди. Путеводитель по стилю Ар-Нуво. /Пер. с англ. – М.: Радуга 1998
4. Нонель Х. Б. Антонио Гауди. – М.: Стройиздат, 1986. – 167 с.
5. Роу Дж. Антонио Гауди – архитектор и художник / Пер с англ. – М.: Белый город, 2009. – 323 с.

ИСКУССТВЕННЫЙ КАМЕНЬ. ГИПС

Высокое качество отделки и облицовки зданий может быть достигнуто лишь при правильном подборе материалов. Наряду с применением для облицовочных работ естественного камня – мрамора и других декоративных пород – широкое распространение при отделках интерьеров получил искусственный гипсовый камень – мрамор, имеющий целый ряд положительных качеств.

Искусственным мрамором называются штукатурка или искусственный камень с полированной поверхностью, которые изготавливаются из минерального вяжущего с применением пигментов (красителей) и в некоторых случаях с добавлением заполнителей (мраморной муки). По своему внешнему виду и текстуре поверхность имитирует естественные декоративные полирующиеся породы камня: мрамор различных месторождений, малахит, орлец, яшму, гранит и др [1].

Изготовление искусственного мрамора, легко выполнимое в условиях стройки и в стационарном производстве, открывает возможность индустриализации производства и не требует дорогих материалов.

В настоящее время применяют два основных вида искусственного мрамора (рис. 1): 1) оселковый 2) утюжный, они существенно отличаются друг от друга по составу материалов и по способу производства. Искусственный оселковый мрамор в нашей стране применяется с конца XVIII века и в настоящее время широко используется в строительстве.



Рис. 1 Мрамор, пример

Оселковый мрамор делается из гипса, но может быть сделан из портланд-цемента (получают его тонким измельчением клинкера и гипса. $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ и $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 70-80 %) и магнезильного цемента. Искусственный мрамор, изготовленный из портланд-цемента, обладает большой прочностью, водостойкостью и способностью более длительное время сохранять полировку по сравнению с другими видами искус-

ственного мрамора[3]. Оселковым мрамор называется по той причине, что зеркального блеска и полировки добиваются при помощи набора каменных абразивных инструментов – оселков. Оселковый искусственный мрамор разделяется на следующие виды:

- По характеру рисунка:
- - цветной (однотонный)
- - многоцветный, с зернистым разноцветным рисунком полированного гранита и мрамора.
- - разнотонный и многоцветный, с рисунком природных мраморов и других декоративных пород.
- - орнаментальный, из растворов разного цвета в виде художественной композиции.
- По технике составления раствора:
- -насыпной – для сложных рисунков мрамора
- -раздельный - при щитовом или лопаточном нанесении
- - обычный штукатурный
- по способу нанесения:
- - щитовой
- - упрощенно-технологический
- -лопаточный, по шаблонам для рисунка с орнаментом
- - прорезной для сложной инкрустации
- - штукатурный для однотонных отделок.

Текстура гипсового оселкового мрамора получается путем введения в раствор для фона цветных гипсовых составов, образующих прожилки, а не наведением рисунка на поверхности. Благодаря этому его легко реставрировать снятием, ошкуркой или шлифовкой поверхности, сохраняя первоначальную текстуру и цвет[1,3].

Утюжный мрамор- это вид известковой штукатурки высокого качества. Ее сырая поверхность которая после покрыта эмульсией и с нанесенным рисунком полируется до зеркального блеска[4]. Мрамор название «утюжный» получил из-за применения специальных горячих утюжков, применение которых дает блеск его поверхности. Текстуру поверхности утюжного мрамора, в виде тонкой пленки, получают путем разрисовки цветными известково-мыльными эмульсиями по гладкой, заранее подготовленной, поверхности штукатурки. Кроме разделки под мрамор, на поверхности штукатурки может быть выполнен рисунок орнамента. Гипсовый мрамор применяется преимущественно в местах, где климат сухой, так как он является неводостойкой отделкой. Искусственный мрамор применяется для отделки внутреннего интерьера: стен, перегородок, колонн, пилястр и архитектурных деталей(карнизов, балясин, капителей) и для наружной отделки в местах, которые

хорошо защищены от погодных условий: в лоджиях, галереях и др. Он придает внутреннему и внешнему интерьеру торжественный вид, особую красоту и выразительность. Зеркальная поверхность искусственного мрамора, меньше чем какой-либо другой вид отделки, задерживает пыль и поэтому почти не загрязняется. Этот вид отделки десятилетиями не требует возобновления, что делает ее экономичной по сравнению с другими видами отделки, требующими периодического ремонта [2].

Искусственный мрамор может быть изготовлен на заводе или в мастерской в виде отдельных плит или архитектурных деталей и применен на строительстве для облицовки способами, аналогичными креплением плит из натурального камня.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Симановский П.С.* Искусственный мрамор. М.: Госиздат по архитектуре и строительству, 1950, 106 с.
2. *Нестерова Д.В.* Внутренняя отделка. Современные материалы и технологии. М. 2008. 320 с
3. *Кривенко В.В. , Д.В.Овчининский Д.В., Вайштейн М.М., Бурьянов А.Ф., Гончаров Ю.А.* Оселковый мрамор: древние традиции и современные технологии// Строительные материалы- 2008.№8. С.16-18.
4. *Элинсон М.П.* Отделочный высокопрочный гипс в архитектуре. М.: Академия архитектуры СССР, 1940. с.54.

Студент 3 курса 36 группы ИСА Казначеев Д.Н.

Научный руководитель доц., канд. хим. наук, доц. О.В. Земскова

М.В. ЛОМОНОСОВ – ОСНОВАТЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛА

В 15-17 веках первое место в стекольном мастерстве принадлежало Европе. Сначала венецианскому стеклу, в конце 17 века богемскому гравированному стеклу. А с конца 18 века английский граненый хрусталь. Иная история была у нас. В конце 17 столетия под Москвой существовало три стекольных завода, которые не могли обеспечить, в полной мере, стеклом всю страну. Это стекольный завод, основанный Юлиусом Койетем (село Духанино Дмитровского уезда), частный стекольный завод, построенный шведом Иваном (Иоганном) фон Сведеном (Ивановская волость Каширского уезда) и завод, основанный в 1668 году по инициативе царя Алексея Михайловича в селе Измайлово.[1]. В 18 веке на Руси формируются новые центры стекольного производства. Одним из них стал Завод М.В.Ломоносова в с. Усть-Рудице.

Ломоносов решает открыть собственное производство стекла в России и для этого обращается в сенат с письмом, в котором пишет следующее: «Желаю я, низжайший, к пользе и славе Российской завести фабрику для делания изобретённых мною разноцветных стёкол и из них бисеру, пронизок и стеклярусу и всяких других галантерейных вещей и уборов, что ещё по ныне в России не делают, а производят из-за моря великое количество ценою на многие тысячи». Взвесив все «за» и «против» 14 декабря 1752 года Сенат одобряет условия Ломоносова, позже, по указу Елизаветы Петровны от 15 марта 1753 года Ломоносову были пожалованы земли в Усть-Рудицке Копорского уезда Санкт-Петербургской губернии. Это было своего рода вложение в проект Ломоносова. [2]

Строительство началось 6 мая 1753 года. Выбранное академиком место было очень удачным. Недалеко находились залежи песка и глины, протекала река Рудица (кстати благодаря ей было налажено механизация работы фабрики была использована энергия падающего потока воды). Так же имелись обширные лесные угодья, которые служили материалом для построек и топливом для плавильных печей. Однако все было не так гладко. Большинство из пожалованных крестьян (200 душ мужского пола) были не образованы и не готовы к тяжелому труду на фабрике и попусту сбегали. Нужное количество работников переселили из центральной России. Из квалифицированного персонала сначала насчитывалось 14 человек, но вскоре Ломоносов отобрал еще 13 крестьян для обучения. Еще одной проблемой было то, что академик за всей своей работой по налаживанию производства, обучению персонала и прочего, совсем забыл про рынок сбыта и ему попусту негде было сбывать свою продукцию. Впрочем, заслуживает внимание то, что уже к 1754 году, как отмечает Ломоносов в своем отчете, были готовы составы для мозаичного дела. Фабрика становится своего рода научной лабораторией. [4]. Благодаря предыдущим многочисленным опытам М.В.Ломоносова еще в лаборатории при Академии наук, были подобраны составы цветных стекол и найдены технологии по его промышленному производству. Были найдены составы для изготовления смальт и прочего стекла. Ломоносов смог отыскать компоненты для «золотого винного» стекла или «золотого рубина», рецепт которого был долгое время потерян. Еще одним достоинством Ломоносовского завода стал стеклярус. Он отличался особой нежностью и разнообразием переходов. Процесс изготовления подобного стекляруса был очень долгов и плюсом к тому было много производственных отходов. Ученый много лет никак не мог ускорить данный процесс. Но к 60 году он добился успехов. На этой почве, завод с отличием справился с заказом Екатерины Алексеевны (Екатерины 2), на поставку большого объема стекляруса. Он предназначался для отделки одного из кабинетов Китайского

дворца в Ораниенбауме, который стал настоящим шедевром искусства 18 столетия Академик понимал, чтобы начать вести дела и расплатиться с долгами по кредитам, которые он взял на строительство и оснащение фабрики, нужны большие госзаказы на серьезные мозаичные работы. Для этого академик возрождает технологию по производству смальты. С каждым годом ее производство растет (к 1766 году по плану должно было производиться до 32,8т смальты) и так же растет число мастеров. Ломоносов ищет новые способы изготовления смальты, он разрабатывает технологию ручного розлива по чугунной поверхности расплавленного цветного стекла и технологию его вытягивания в прутки, что позволило получить смальту определенного размера. Далее он механизует этот процесс. Экспериментирует с материалом, изобретает новые виды мастики, совершенствует методы обработки поверхности готовых мозаичных произведений. Вскоре именно смальта становится основным видом выпускаемой продукции.[2-5] В марте 1764 года новость об успехах М.В.Ломоносова в искусстве мозаики была опубликована в «Учёных флорентийских ведомостях», апреле Михаил Васильевич был избран академиком «Славной Болонской Академии наук».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Качалов Н.Н.* Стекло. М.: Издательство Академии наук СССР, 1959. 465с.
2. *Виргинский В.С.* Творцы новой техники в крепостной России.М.: Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства Просвещения РСФСР, 1962 . 404с.
3. *Артемов В.В.* Первопроходцы и первооткрыватели. М.: "Олма-МедиаГрупп/Просвещение" , 2013. 48с.
4. *Шишкин И.В.* История листового стекла.М.: ЛИБРОКОМ, 2013. 392с.
5. *Ревенок Т.В., Калитина М.А.* Стеклоармированный композиционный материал. //В сборнике: Юбилейная научно-техническая конференция 2001. С. 240-241.

ДЕКОРИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ОТХОДАМИ СИЛИКАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Основными компонентами сырьевой смеси для производства силикатных материалов являются: известь, кварцевый песок, минеральные вещества, содержащие кремнезем, шлаки, золы и др.[1] Человек рано понял, что пользоваться природными богатствами необходимо разумно и начал заботиться об экологии еще со времен Древней Греции.

Основные, широко используемые, силикатные строительные и декоративные материалы: вяжущие материалы, стекло и керамика.

Вяжущие материалы- это материалы, переходящие из жидкого и тестообразного состояния в твердое с течением времени.

Одним из таких материалов является цемент, который используется как в строительстве, так и в декоре [1].

При обжиге до 30% объема цементной сырьевой смеси продукта уходит в виде пыли вместе с дымовыми газами из печей. Нередко эту пыль возвращают в производство в виде основы для декоративной штукатурки с добавками.

Существует несколько видов декоративной штукатурки на цементно-известковой основе: фактурная, структурная и венецианская.

Фактурная - придает поверхности оригинальный рельеф с помощью специальных инструментов с определенной поверхностью.

Структурная - не нуждается в применении особого инструмента и придает рельеф поверхности за счет наполнителей, которые входят в состав раствора.

Венецианская - имеет прозрачную основу из мраморной муки, которая позволяет добиться эффекта мраморного камня.

Штукатурка - экологичная, без запаха, пожаробезопасная, износостойкая, с возможностью ее покраски - все это делает ее незаменимым материалом в декорировании без угрозы для окружающей среды.

Основными компонентами стекольного производства являются кремнезем SiO₂ и силикаты щелочных и щелочноземельных металлов [2]. Общая формула состава стекла:



Большую часть отходов стекольного производства составляет стеклобой. Одним из способов его утилизации это возврат в процесс стекловарения. До поступления в стекловаренные печи стеклобой избавляется от металлических включений, промывается и проходит сортировку. Себестоимость такой стекломассы в 6 раз ниже, чем из кварцевого

песка, а влияние на окружающую среду благодаря возврату в производственный цикл уменьшается.

Возвращением в производство дефектного листового оконного стекла получают эмалированную плитку со стеклянной основой. Для этого стекло нарезают на плитки размером 150x150 мм или 150x75 мм, затем покрывают эмалью и направляют в печь. Эмаль для таких плиток получают из титановых руд с добавкой керамических красок, проходя обработку в печи при температуре 750-800С⁰, она спекается с поверхностью стекла.

А из измельченного стеклянного боя – порошка с газообразователями - спеканием при 800-900 С⁰ получают – пеностекло. Этот материал хорошо поддается механическому воздействию, обладает высокой водо- и морозостойкостью, благодаря чему пеностекло становится уникальным материалом для изготовления декоративных отделочных элементов для фасадов зданий[2].

Кроме этого, Битое стекло используется в качестве декоративного материала в производстве цветных штукатурок. Молотые стекольные отходы используют, в качестве присыпки к масляной краске, абразива – для изготовления наждачной бумаги и компонента глазурей. Такие глазури, окрашенные оксидами металлов, а также, включая отходы производства (кристаллические сланцы, гальванические шламы, отработанные катализаторы), применяются реже.

Но не всегда стекольный бой используется в качестве дополнительного материала. Например, его используют и в качестве самостоятельного декоративного материала, размещая в виде мозаики в интерьере.

Сырьём для керамического производства служат различного рода глины - тонкодисперсные горные породы, состоящие в основном из глинистых минералов [2].

Отходы керамического производства появляются на различных стадиях технологического процесса: например, после сушки. Сушильный брак после необходимого измельчения добавляет в исходную шихту для снижения влажности [2].

Шамот, используемый для обогащения масс и улучшения свойств готовой продукции, также содержит кирпичный бой. Его применяют в производстве фасадной керамики и облицовочных фасадных плиток.

Полное возвращение отходов в производственный цикл позволяет создавать напольные керамические покрытия с уникальными дизайном. Керамическая плитка, изготовленная полностью из отходов производства, имеет стильный и современный вид. Плитка не только качественна, но и отвечает международным экологическим стандартам.

Использование сразу нескольких видов отходов силикатного производства создает неповторимые эффекты в декорировании [3].

Одним из таких уникальных материалов, соединяющим в себе отходы двух отраслей производства, является стеклокомпозит. Стеклокомпозит – искусственный материал, в составе которого два основных компонента и несколько дополнительных: стекловолокно(60-30%); наполнитель или связующее вещество (40-70%); модификаторы (морозостойкость, термостойкость)(1%), пластификаторы (эластичность, гибкость, твердость); пигменты(для окрашивания); смазочные материалы. Стеклокомпозит получил широкое применение в изготовлении элементов фасадов, декоративных украшений для внутренней отделки, а также, в интерьерном дизайне [3].

Комплексная переработка сырья увеличивает степень его использования путем превращения побочных продуктов и отходов в полезные продукты, а также совмещением нескольких производств внутри одного предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гускв Б.В., Кривобородов Ю.Р., Самченко С.В.* Технология портланд- цемента и его разновидностей. М.:МИСИ-МГСУ, 2016. 112с.
2. *Сулименко Л.М., Акимова Е.М.* Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов, М., РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004 ,116 с.
3. *Сулименко Л.М., Петров С.В.* Эстетика силикатных материалов в строительстве, М., МИП, 1991,66 с.

*Студентка 3 курса 36 группы ИСА **Ноженко Д.В.***

*Научный руководитель – доц, канд. техн. наук, доц. **Д.А. Зорин***

РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ СИЛИКАТНЫХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ В АРХИТЕКТУРНОМ ОБЛИКЕ ГОРОДА СМОЛЕНСК

Строительные вяжущие материалы сыграли большую роль в развитии культуры и техники. Без них невозможно было бы возведение зданий и сооружений. Вяжущие вещества используются в каждом городе по различным целям. Две основные это практическая (постройка зданий) и культурная (возведение памятников, украшение зданий и улиц). В моём городе, как и во всех остальных присутствует и то и другое.

Смоленский регион - один из немногих в России, где сохранились свидетельства русской культуры домонгольского периода. Это уникальные образцы церковного строительства, а также оригинальные произведения гражданской архитектуры в стиле барокко, прототипов

которых не было ни в Петербурге, ни в Москве, ни на Западе. Смоленск является городом-ключом в Россию из Европы и поэтому не раз оказывался на пути воин, а в мирное время ощущал на себе влияние культур разных национальностей и конфессий, что также наложило свой отпечаток на внешний вид города.

Из-за своего географического положения Смоленск всегда занимал в истории важное оборонительное значение, поэтому русские государи заботились о его укреплении. В 1554 году, по указу Ивана Грозного, была построена новая, очень высокая, деревянная крепость.[1]

В конце 1595 года взамен деревянной началось строительство кирпичной стены. Строительство было поручено зодчему Фёдору Савельевичу Коню, автору Белого города в Москве, Кремль которого и послужил образцом для сооружения крепости. При строительстве оборонительной стены, зодчий Федор Конь не забывал про искусство, поэтому бойницы были украшены наличниками, какими украшали на Руси окна мирных домов. Смоленск выделяется среди городов России немалым количеством построек, возведенных в ранние века второго тысячелетия нашей эры, которые и раскрывают оригинальность этого региона.

Примером таких построек служит Свято-Успенский Кафедральный собор, который так же является и одним из главных достопримечательностей города. Смоленский Успенский кафедральный собор принадлежит к числу величественных и знаменитых храмов России.

Успенский собор был заложен в Смоленске в 1101 году и перестраивался ни один раз вплоть до 1772 года, после которого не изменял свой внешний облик пережив две войны: 1812 г. и ВОВ.[2] По композиции Смоленский Успенский кафедральный собор пятиглавый, крестовокупольный, кубический с трехчастной апсидой. К северо-восточному углу собора примыкает маленькая ризница. В декоративном убранстве отмечаются элементы древнерусского зодчества и барокко середины XVIII века. Барочные элементы сделаны из бетона и выкрашены в белый цвет, а сам собор покрыт штукатуркой и имеет бирюзовый цвет. Между лопатками — окна в два яруса: нижние — с арочным завершением; верхние — круглые. Наличники окон украшены элементами барочного стиля — лентами, зубчиками.

О красоте города говорят его улицы. Смоленск характеризует его исторический центр, улицы и площади которого представляют особенный интерес своей архитектурой. Многие здания сохранились почти в первозданном виде, так как после войны велась активная реставрация наиболее значимых сооружений. Поэтому, я считаю, что все новые сооружения стоит строить в тех местах, которые не будут вредить памятникам архитектуры.

Одна из моих самых любимых улиц – это улица Ленина. На этой улице располагаются дома с яркой архитектурой и эффектным декором. Примером может послужить «дом с часами» - высокое трёхэтажное здание покрыто двускатной крышей, украшенной восьмигранной застекленной беседкой. В трехгранной угловой части на фризе антаблемента помещены лепные гирлянды, а выше – в средней грани башенки – лепной картуш из гипса с датой «1950».[3] Однако главным украшением этого здания являются, безусловно, большие уличные часы. В Смоленске знаком каждому горожанину: «под часами» - пункт, по которому определялись все направления и расстояния в городе.

Любуясь современным Смоленском, сложно не отметить труд уже ушедших поколений по восстановлению города и тех, кто и сейчас делает все возможное, чтобы город сохранял достойный облик. Например, создали потрясающую набережную на берегу Днепра в 2013г. Набережная состоит из трех ярусов, соединенных между собой наклонными переходами и лестницами которые были созданы из бетона. Основной верхний ярус вымощен брусчаткой, бруски которой выполнены из цветного цемента. По своему духу это место можно назвать чем-то вроде смоленского Арбата.

Одним из способов применения цементов – это изготовление бетонов для строительства мостов различного назначения. Повышение качества цементных мостов и эффективности их работы — неотъемлемая часть совершенствования процессов бурения, закачивания и эксплуатации скважин. Качеством мостов, их долговечностью определяется также надежность охраны недр окружающей среды.

Точной информации о том, когда в Смоленске появился первый мост через Днепр нет, но информация о нём встречается ещё в XVI веке. Срок службы деревянных мостов был недолгим – 10-15 лет. Поэтому древний деревянный мост у Днепровских ворот неоднократно перестраивался. До наших дней сохранился мост, который был построен в 1944 г. А рядом с ним, до сих пор видны остовы древнего моста, который на протяжении веков был главным мостом в Смоленске.

Смоленск – город, достойный поклонения. Практически все исторически важные здания были уничтожены в период Смутного времени, войны 1812 года, а также Великой Отечественной войны, но со временем восстановлены. Были возведены многочисленные памятники и музеи, которые отражают его героическую историю. И это не было бы возможно без силикатных материалов. Благодаря им, существует возможность восстановление разрушенных зданий, их реставрация и возведение новых. Смоленск не только является ярким примером применения силикатных материалов, но так е и их производителем. В смоленской области развито производство силикатного кирпича, который ис-

пользуется в жилищном и промышленном строительстве всей области и соседних регионов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Модестов, Ф. Э.* Смоленская крепость, 2003. 144 с.
2. *Глушкова, В. Г.* Смоленская земля. Природа. История. Экономика. Культура Достопримечательности. Религиозные центры, 2011. 400 с.
3. *Перлин, Б. Н.* Смоленск и его улицы: историко-географические очерки, 2012. 272 с.

Студентка 3 курса 36 группы ИСА Соловьева Е.С.

Научный руководитель – доц., канд. хим. наук, доц. О. В. Земскова

СОВРЕМЕННЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ПРОЗРАЧНЫЕ И ГРАФИЧЕСКИЕ БЕТОНЫ

Любое современное строительство 21 века не обходится без бетона. Бетон является самым универсальным строительным материалом. Он применяется и при постройке домов, и при изготовлении различных декоративных изделий. В последнем случае - это специальный бетон, называемый архитектурным, декоративным бетоном [1]. Декоративные изделия из него напоминают натуральный камень, для этого бетон даже окрашивается

Человек, стремясь создать комфортную обстановку, создал еще более совершенные виды бетона: прозрачный и графический бетоны [2,3]. Прозрачный бетон “литракон” был получен в 2001 году инженером Ароном Лосонше (Венгрия). Он изменил обычную смесь бетона, добавив стекловолокно, и бетон стал пропускать лучи света. Свет, проходя через массу бетона, образовывал на поверхности разнообразную фактуру, напоминающую ткань, грубую, льняную. Благодаря этому бетон приобретает уникальный декоративный эффект. Основу прозрачного бетона составляет обычный раствор, в который введены оптоволоконные нити, доля содержания оптических элементов не должна превышать 5% иначе это скажется на прочностных способностях и долговечности [4]. Прозрачный бетон изготавливают из оптоволоконных нитей не выше 2 миллиметров. Цементный раствор обязательно должен быть мелкозернистый. Точность укладки волокон влияет на способность обеспечения видимости. После того как бетон с волокном застывает монолит режут на блоки с нужной формой поверхности которых тщательно полируется. Плотность варьируется от 2100 до 2400 кг/м³. У та-

кого бетона хорошая водонепроницаемость и морозостойкость. Литракон почти не используется для выполнения отвесных конструкций, то есть не используют в качестве строительного материала на который действует высокие нагрузки. Главное направление использования является создание архитектурных объектов с декоративными свойствами. Основное свойство материала — это сочетание декоративного эффекта и силовой нагрузки, которая равна легким бетонам.

Графический бетон в первые появился в 2002 году (Финляндия). Его внешний вид — это рельефная графика на бетонных плитах. Графический рисунок на плитах появляется за счет специальных замедлителей застывания бетона.[2] Процесс изготовления заключается в следующем: 1) подготовка абсолютно гладкой поверхности металлической формы под заливку блока или монолита плиты; 2) укладка мембраны с нанесённым замедлителем схватывания по заданному рисунку. В местах с нанесённым замедлителем бетон не схватывается, а на поверхности изделия получают углубления. Форма заливается бетоном с небольшой высоты. Затем начинают выравнивать бетон в форме виброустановкой. Ровно через сутки после застывания бетона мембрану удаляют, чтобы она не осталась в бетоне. В конце процесса незастывшей бетон убирают с поверхности, используя струю сжатого воздуха. В результате на поверхности бетонной плиты фиксируется рельефный рисунок. Графический бетон можно прекрасно использовать, как декоративный материал для создания памятников, украшения стен и потолков как внутри здания, так и снаружи. Несомненно, сомнения, что графический бетон востребован современными архитекторами и дизайнерами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.* Технология бетона. М.: АСВ, 2002, 500 с.
2. *Суздальцева, А.Я.* Бетон в архитектуре XX в М.: Книга по Требованию, 2012. 208 с.
3. *Рамачандрана В.* Добавки в бетон М.: Книга по Требованию, 2012. 572 с.
4. *Бикбаева Н.А., Лустина О.В., Купчиков А.М.* Прозрачный бетон// Молодой ученый.- 2016. №17. С.19-21.

ИСТОРИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДЕКОРИРОВАНИЯ СТЕКЛА

Человечество знакомо со стеклом уже более пяти тысячелетий. Стекло обладает высокими декоративными качествами, которые можно дополнить различными художественными украшениями. Декорирование стекла – это преобразование стеклянного изделия изменением его формы или украшения при помощи дополнительных деталей.

Декорируют стекло с целью повысить художественную ценность, либо улучшить его физические качества.

Декорирование стекла можно производить двумя способами: холодным и горячим [2-4].

К декорированию холодным способом относят украшения, наносимые на отформованные стеклянные изделия. Методов декорирования очень много, такие как химические, механические или нанесение силикатных покрытий и пленок.

К механическим методам относятся гравировок, а (шайбочная, алмазная, шлифование) и пескоструйная обработка.

Сложно сказать, когда появилась гравировка на стекле. Но выцарапывать рисунки и тексты на твердых поверхностях люди начали даже раньше, чем изобрели способ их рисовать. Известно, что на рубеже XVII-XIX вв. популярность получило алмазное гранение, которое, тоже как и шлифование, выполняется корундовыми или алундовыми кругами, только несколькими, в настоящее время для повышения качества изображения стали использовать синтетические алмазы [2-4].

Пескоструйная обработка - самый современный способ. Впервые запатентован американцем Бенджамином Чу Тилгманом (1821- 1901) в 1870 году. Выполняется так: трафарет наносят на стекло, далее в отверстия в трафарете направляют сильную струю песка, которая разрушает слой стекла, тем самым образуя матовый рисунок.

В начале XVII в. во Франции был открыт метод обработки стекла травлением. Это химический способ декорирования стекла основанный на способности фтористоводородной (плавиковой) кислоты, а также ее солей или смесей с серной кислотой разрушать (травить) стекло [3]. Травление делится на простое (гильоширное), пантографное, глубокое художественное.

Покрытия и пленки на стекле получают различными приемами:

1. Живопись наносят силикатными красками, эмалями или двенадцати процентным хлорным золотом. Это искусство, которое своими корнями уходит в эпоху Ренессанса. Однако, современная художе-

стенная роспись стекла, заливной витраж, роспись бутылок стала одним из необыкновенных видов искусства.

2. Шелкография. На изделие наносят шелковую сетку и продавливают пастообразную краску. Метод известен с V-X векам до нашей эры.

3. Украшением деколями стекла появилось в 1876 году в Европе.

4. Украшение фотопечатью - трудоемкий способ получения фотографии на стекле. Способ основан на специальной светочувствительной эмульсии, теряющей липкость в местах, на которые падает свет, пропорционально силе света. Хотя, технология фотопечати на стекле появилась относительно недавно, она получила популярность у дизайнеров.

5. Декорирование люстровыми красками появилось в 19 веке - это достаточно современный способ. Люстр отличается особым металлическим блеском. На изделия наносят металлические смоляные мыла.

К декорированию горячим способом относят украшения, наносимые в процессе формования. Горячее декорирование стекла – более сложный и трудоемкий процесс. Большинство изделий так или иначе запекается в печи под высокой температурой и давлением или выдувается [4].

В I в., нашей эры была изобретена стеклодувная трубка, благодаря которой появилась возможность создания простой посуды. Трубка для выдувания за тысячи лет не подверглась никаким изменениям и используется по сей день [1]. Выдуванием изготавливаются такие украшения, как нацвет, имитация под мрамор, украшение пузырьками.

Впервые стекло начали варить в Древнем Египте и странах Дальнего Востока примерно III-IV тысячелетия до н. э [1]. Первое стекло варили в горшках на кострах или в печах, подобно тому, так, как варили обычную пищу. Ниже приведены современные методы декорирования стеклянных изделий в печи:

1. Фьюзинг

2. Флоат-стекло

3. Украшение филигранью

4. Украшение аэрозолями производят распылением в воздухе растворов ряда солей, потом запекают.

5. Иризация. Изделия помещаются в муфельную печь и по трубе вводят жидкую смесь. После испарения остаются радужные пленки.

В заключении хочется сказать, что стекло было очень ценным еще с давних времен. Ценность и популярность стекла только возрастает, а с улучшением оборудования, способы декорирования только увеличиваются.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Всеобщая история искусств. Т.1. Искусство древнего мира/ под. Ред. Климов, Р.Б. М.: Государственное издательство «Искусство»,1956. 920 с.
2. Бытовая посуда и художественные изделия из стекла / ред. Б. Позин. М.: Калинин, 1980. 216 с.
3. *Вагнер, Ангелика* Декорирование стекла - М.: Арт-Родник, 2008. 648 с.
4. *Гуляни, Ю. А.* Декоративная обработка стекла и стеклоизделий М.: Высшая школа, 1984. 192 с.
5. *Денис Букин* Лэмпворк. Украшения из стекла. М.: "Мир энциклопедий", 1981. 256 с.

Студентка 3 курса 36 группы ИСА Федотова А. Н.

Научный руководитель – проф, док. техн. наук, проф.. С. В.Самченко

ГРАФФИТИ В АРХИТЕКТУРЕ

Граффити - это уличное искусство, причисляемое к самым популярным формам художественного самовыражения на мировом уровне.

Наблюдается огромное разнообразие стилей и видов граффити. Граффити (от итальянск. *graffito*) – изображения или надписи, выцарапанные или нарисованные краской на больших поверхностях.

Graffitiare (итальянск. – «царапать»). В древние времена граффити наносились на стены с помощью острого предмета, а также углем или мелом. А в настоящее время наиболее популярно рисование граффити при помощи аэрозольной краски, иными словами спрей-арт[1,2].

В современном виде граффити появилось в начале XX в. – в метрополитене Нью-Йорка, а позднее в подземных переходах и на товарных вагонах. С того времени граффити превносит в городскую архитектуру поп культуру и придает музыкальность в стилях брейк-данс, битдаун, хардкор и хип-хоп.

В наибольшем количестве граффити встречается на улицах (стены зданий, подземные переходы, гаражи, асфальтовое покрытие во дворах и т. д.); на транспорте; в подъездах и на лестницах в интерьерах разного рода учреждений.

Постепенно граффити приобретает статус социально нейтрального явления и уже воспринимается неотъемлемым элементом современного мегаполиса, массовым культурным явлением. И перестает нести значение протеста[4].

Немного о стилях и видах граффити [2,3].

Теггинг (от англ. tag – метка) это быстрое нанесение авторской подписи. Теггерам не особо интересен смысл и эстетика их произведений, для них важнее – оставить как можно больше автографов в труднодоступных, но видных местах.. Нередко теги непонятны не посвящённым в детали людям.

Надписи часто наносят баллончиком с краской или толстыми маркерами. Одни из самых опытных райтеров могут написать тег в буквальном смысле за пару секунд.

Уайлд (от англ. Wildstyle – дикий стиль). Именно рисунок представляющий собой замысловатые переплетения букв, угловатый вид, повлиял на название стиля. Выделяют 3D Wildstyle (объёмный).

Блокбастер (англ. Blockbuster). Большие буквы без сложной графики, моно- или двухцветные. Кроме баллончика, из-за размеров букв, используют валики.

Бабл (от англ. bubble letters – дутые буквы). Изображение букв выходят округлыми, как пузыри.

Что касается материалов, кроме аэрозолей пользуются маркерами, кистями, валиками, трафаретами, постерами и наклейками.

Трафаретное граффити, зародившееся в начале 1980-х годов, создается путём вырезания форм из жесткого, плотного материала, к примеру, картона. Готовый трафарет прикладывают к холсту и поверх него быстрыми и точными движениями распыляют аэрозольную краску. Эта техника популярна благодаря скорости исполнения.

«Троу-ап», или «бомбинг» — еще одна форма граффити. «Троу-апы» рисуют очень быстро, в 2-3 цвета, от чего качество изображения страдает.

Граффити влияет на архитектуру многих городов и стран, где современные художники создают на свободных пространствах и зданиях шедевры.

Граффити имеет нетрадиционный характер и может производить большое влияние на концепцию места. Оно влияет на архитектуру в современном мире в двух направлениях: позитивном и негативном. К негативному направлению относится вандальное использование архитектурных объектов. Нанесение на них малоприятных рисунков и надписей. Позитивное направление отражает понимание граффити в качестве архитектурного феномена, оказывающего сильнейшее концептуальное воздействие.

Архитектура и граффити сопрягаются многомерно, это заключается в одновременном стремлении к синтезу между архитектурой и граффити и в среде граффитчиков, и в среде архитекторов.



Рис. Улица Изумрудная, Москва

Можно привести много примеров иллюстрирующих союз создателей граффити и современных архитекторов. Например:

Жилой комплекс комфорт-класса «Граффити» в Приморском районе Санкт-Петербурга.

Граффити в дизайне городской среды стимулирует поиск новых непростых декоративных и социальных решений. В архитектуре граффити берется за основу орнаментального решения ограждающих плоскостей и поверхностей как элемент декора. Но достаточно редко используются приемы формирования объемных решений на базе трехмерных графических изображений. Таким образом граффити убедительно влияет на современную архитектуру.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Крючкова В.А.* Граффити -.М.: БРЭ,2007. т.7. С.646.
2. *Медведева О.П.*Искусство граффити. Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. 77 с.
3. *Поносов И.*Искусство и город. Граффити, уличное искусство, активизм.- Тверь. ИПК Парето Принт, 2016. 208с.
4. *Манин В.С.* .Неискусство как искусство. - Спб.: Аврора, 2006. 272с.

КЕРАМОГРАНИТ

Керамическая плитка известна с 16 века, а керамогранит получил распространение только в 70-х годах 20 века. Тогда керамогранит производился неглазурованный и использовался для отделки производственных помещений. Уже тогда он обладал уникальными особенностями, а именно слабая влагопоглощаемость и хорошая прочность. С 80-х годов 20 века популярность керамогранита резко возрастает, растет количество моделей, различающихся по размеру, толщине и техническим характеристикам. Этому способствовала эволюция оборудования с помощью которого усовершенствовался внешний вид. Керамогранит стал похож и на керамическую плитку, и на натуральный камень. Его применение расширилось и на жилые помещения. В России появился в 90-х годах 20 века за счет экспорта из Европы. Но уже к 2001 году был построен завод по производству отечественного керамогранита в городе Ногинске Московской области.

Различают несколько видов керамогранита по фактуре поверхности [1.4]:

- технический керамогранит напоминает обычный природный гранит. Хорошо сохраняет внешний вид при интенсивном истирающем воздействии ногами;
- глазурированный керамогранит похож по свойствам на напольную керамическую плитку;
- матовый – неполированный керамогранит;
- полированный – отполированный до зеркального блеска;
- структурированный – рельефный керамогранит, имитирующий деревянный паркет. Может воспроизводить структуру натурального камня, ткань, натуральную кожу и т.д.;
- сатинированный – обработанный воском керамогранит, применяется только в декоративном использовании;
- лапатированный – имеет наполовину матовую, наполовину полированную поверхность. Его применяют для отделки полов с большой проходимостью.

В состав керамогранита, как и в состав гранита входят: природные пигменты, кварцевый песок, полево шпат. Поэтому керамогранит можно назвать синтетическим камнем. Процесс образования гранита и керамогранита очень схож: образование материалов происходит под воздействием исключительно высокого давления и высокой температуры. Сырьевая масса для керамогранита прессуется под давление 400-

500кг/см, а затем обжигается при температуре до 1300°C, при этом происходит перекристаллизация, что ведёт к отсутствию внутри него полостей и пор. После обжига керамогранит полируют или шлифуют. После полировки поверхность становится зеркальной. С такой поверхности любое вещество можно смыть водой или химическим раствором без следа. Если керамогранит шлифуют, то поверхность становится шершавой. В отличие от природного камня, на его поверхности нет трещин и больших вкраплений. Также его легко отличить от простой керамической плитки – по боковому срезу [1,3].

Перечислим следующие уникальные свойства керамогранита: твёрдость, стойкость к истиранию, исключительная морозостойкость, отсутствует водопоглощение[2,4].

Износостойкость зависит от типа поверхности. Например, неглазурованный по шкале МООСа имеет твердость 7 единиц, а обычный – 6 единиц. Кварц (песок) имеет твердость 7 единиц, поэтому он не царапает керамогранит.

Глазурованный керамогранит тестируется, как керамическая плитка. Важным достоинством керамогранита является устойчивость к воздействию кислот и щелочей.

Вышеперечисленные свойства керамогранита определяют и область применения. Его укладывают и внутри помещений, и снаружи, в местах с большим потоком людей (станции метро, магазины, аэропорты).

В настоящий момент помимо «первопроходцев» рынка на территории страны работает множество других производственных предприятий, занимающихся выпуском керамогранита. Дешёвый и качественный керамогранит отечественного производства давно уже перестал быть чем-то невероятным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Преображенский А.Б., Андреев В.С.* Плитка. Керамогранит. Камень, другие природные и искусственные материалы. Применение. Технология работ. М.: Лада, 2011. 264с.
2. *Бурмистров Г.Н.* Облицовочные синтетические материалы. М.: Высшая школа, 1987. 160с.
3. *Харит О. М.* Производство архитектурных отделочных элементов зданий с использованием современных материалов и технологий // Технологии строительства. 2009, № 6, 34-38с.
4. *Александровский А.В.* Материаловедение для штукатуров, плиточников, мозаичников. М.: Высшая школа, 1981. 272с.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА РУССКОГО ФАРФОРА

Фарфор – это материал, из которого изготавливают белые, термостойкие, блестящие, водонепроницаемые изделия. Основа его получения состоит в спекании фарфоровой массы, содержащей глину, каолин (белую глину), полевого шпат, кварц, и другие вещества.

Основные виды фарфора:

- Твердый
- Мягкий
- Костяной

Твердый фарфор – это оригинал фарфора, его еще в 6-7 веках н.э. начали производить китайцы. Состав: китайский камень и каолин. Твердый фарфор серого оттенка, довольно крепкий, но легко бьется. С большим наличием в составе каолиновых глин, их плавление требует более высокой температуры - 1350-1500 С. Глазурь у такого фарфора тонкая и блестящая, плотно и однородно соединяется с черепком. Её невозможно отбить.

Твердый фарфор обжигаемый без покрытия глазурью, называют "бисквитным".

Мягкий, или искусственный фарфор, получают смешивая глину тонкого помола со стекловидным веществом. Впервые был изобретен в Европе, при попытке создания китайского фарфора. Считается, что первый европейский мягкий фарфор был произведен во Флоренции, в Италии, примерно в 1575 году. В XVIII веке ведущим производителем мягкого фарфора стала Франция. [1]

Состав: меньше каолина, чем в твердом, но больше кварца, полевого шпата и смесей толченных стекловидных веществ – фритт. Наличие минералов – кремня, селитры, морской соли, в составе мягкого фарфора способствуют увеличению просвечиваемости изделий и приданию им немного бело-сливочного цвета. Обжигают при более низких температурах, чем твердый фарфор (ниже 1300 С), поэтому он спекается не полностью и остается пористым.

Костяной фарфор достигает своей прочности благодаря наличию в составе пережжённых костей рогатого скота. Отличается более белым видом и прозрачностью. Был создан в Англии, при попытке создания китайского фарфора. Состав: 25% каолина, 25% полевого шпата с примесью кварца и 50% пережженных костей животных. Кости проходят термическую обработку. Их разогревают до температуры в 1000 С, происходит сгорание органических веществ, а кости становятся более

пригодными для производства фарфора. Первый обжиг готового изделия проводится при 1200-1300 С, второй при температуре 1050-1100 С.

Изделия из фарфора попали в Россию с Петром 1. Первая Порцеллиновая мануфактура же была основана в 1744 г. в Санкт-Петербурге. Сама Елизавета, дочь Петра, приглашала иностранных специалистов для разработки состава фарфора. Но рецепт твердого фарфора из отечественных материалов, который используется до сих пор, открыл Дмитрий Иванович Виноградов.

Основным заводом того времени был Ленинградский завод. Поначалу на нем изготавливались небольшие изделия: разнообразные табакерки, шахматные фигурки, подарки для императорских особ. Затем, в 1757г. Виноградовым была построена большая печь, что дало толчок развитию русского фарфора. По составу фарфор, выделяемый из отечественного материала, имел больше сходства с китайским. Пример работы на рис. 1.



Рис.1 Чайный пара, фарфоровый завод им. М.В.Ломоносова

В конце 18 в. появляется больше скульптурных изделий, бюстов, фигурок из бисквита. В 1765 году мануфактуру переименовали в Императорский фарфоровый завод, известный сейчас как фарфоровый завод им. М.В.Ломоносова[1,3]

Первое частное отечественное предприятие по производству фарфора - завод в селе Вербилки. Был основан в 1766 году и считается одним из ведущих заводов второй половины 18-начала 19 в. Завод Гарднера сильно повлиял на развитие русского фарфора. Здесь выпускали столовую и чайную посуду, скульптуру, вазы, табакерки, художественные изделия высокого качества, фарфор, предназначенный для широких слоев: масленки в виде птиц, овощей, фруктов, животных, солонки [2.4]. Пример работы на рис. 2.



Рис.2 Чайная пара, Фарфоровый завод «Мануфактуры Гарднеръ в Вербилках» (Талдом, Россия)

Фарфоровое и фаянсовое производство «Товарищества М.С. Кузнецова» было основано в пустоши Дулево. На Кузнецовском заводе выпускались блюда, вазы, пудреницы и флаконы, столовые и чайные сервизы, подарочные чашки. Кузнецов широко использовал в производстве механические способы декорирования: деколь, трафарет, печать. Кузнецов основал товарищество фарфоровых производств, в котором состояли заводы в Дулеве, Риге, Будах, с. Кузнецове [2]. В начале XX в. их входило более десятка, в том числе и знаменитая фабрика Ф. Гарднера. Наиболее крупные заводы производства фарфора советского периода - Дулевский и Дмитровский.

На Дулевском фарфоровом заводе в эти времена был сделан огромный вклад в развитие фарфора России художниками А. Колосовым (подносной сервиз «5 лет Октября», ваза «Жатва»), П.В. Леоновым (сервиз «Красавица» «Посольский» (1934), Сотниковым («Соболь» (1934), «Волк» (1935), «Ягненок» (1937), «Курица» (1938)), Кожиным («Рыбы» (1937), «Тукан и Дрофа» (1950)). Пример работы на рис. 3.

В 1920 г. Дмитровский завод продолжил выпуск чашек, кружек и тарелок по старым формам, но придал им новое агитационное оформление. Посуда была украшена призывами и лозунгами, такими как: «Пролетарии всех стран, соединяйтесь!», «Все в культпоход!». В современном мире изделия из фарфора являются одним из распространенных видов антиквариата, их коллекционируют по всему миру, хранят и передают по наследству. Фарфоровые статуэтки ценятся своей красотой и изящностью, а сервизы из этого материала являются показателем статуса хозяев [2,4].



Рис.3 Статуэтка «Рыба карп», скульптор Кожин П. М., Дулево, 1956 г.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кузнецова М.С.* Российский императорский фарфор. М.:МПА, 1999. 128 с
2. . *Агаркова Г.Д., Астраханцева Т.Л., Петрова Н.С.* М. Русский фарфор М.: Планета,1993. 240 с.
3. *Лансере А.К.* Советский фарфор: Искусство Ленинградского государственного фарфорового завода им. М.В. Ломоносова. Л.: Л. Художник РСФСР, 1974.. 278 с
4. *Черный Н.В.* Фарфор Вербилоч:Из истории русского и советского фарфора.М.:Изобразительное искусство 1970 .296 с.

СЕКЦИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ, ДЕРЕВЯННЫХ И БИОНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Студент 4 курса 25 группы ИСА Антонов М.Д.

Студент 4 курса 33 группы ИСА Бамматов А.А.

Научный руководитель – ст. преп., канд. техн. наук. А.С. Пилипенко

УТОЧНЕНИЕ РАСЧЕТА ОГНЕСТОЙКОСТИ СТАЛЬНЫХ КОЛОНН

В настоящее время для определения огнестойкости стальных конструкций используется методика ВНИИПО МЧС. Согласно которой предел огнестойкости центрально и внецентренно нагруженных стержней наступает в результате прогрева их до критической температуры. Критическая температура определяется путем интерполяции наименьшего из двух вычисленных коэффициентов y_t – коэффициент изменения нормативного сопротивления и y_e – изменения модуля упругости стали. Расчеты данных коэффициентов вычисляются по формулам:

$$y_e = \frac{N l^2}{\pi^2 E J}$$

$$y_t = \frac{N}{F R_H}$$

для центрально сжатых стержней

$$y_t = \frac{N}{R_H} \left(\frac{e}{W} + \frac{1}{F} \right)$$

Анализируя данные формулы можно понять, что предусматривает расчет на потерю устойчивости, а y_t – расчет по потере прочности. Исходя из практики применения данной методики потеря прочности наступает гораздо раньше потери устойчивости. Однако общеизвестно, что потеря устойчивости в большинстве случаев наступает раньше потери прочности.

Нашими европейскими коллегами была разработана альтернативная методика расчета, учитывающая изменение условной гибкости с повышением температуры.

$$\lambda_t = \lambda_{усл} \cdot \left[\frac{k_{y,t}}{k_{E,t}} \right]^{0.5}$$

где $k_{y,t}$, $k_{E,t}$ – коэффициенты снижения сопротивления и модуля упругости стали. Произведем расчет внецентренно-сжатой колонны длиной 7 м, сечением 25К1 на устойчивость и прочность. Зададимся нагрузками $N=300$ кН и $M_y=140$ кН, условия закрепления – консольные.

Проверим несущую способность данного сечения:

$$\frac{N}{A} + \frac{M_y}{w_y} \leq 1$$

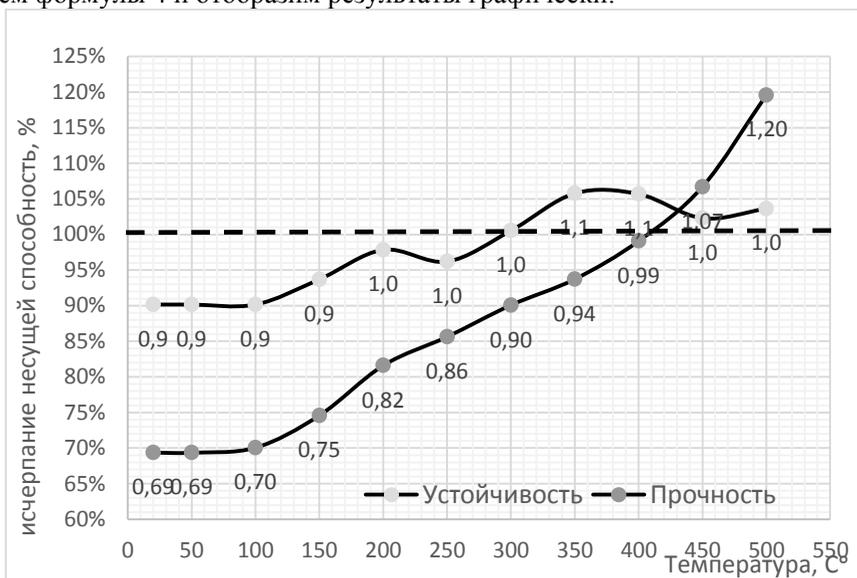
$$0.69 \leq 1$$

$$\frac{N}{\varphi_e \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1$$

$$0.90 \leq 1$$

Согласно методике ВНИИПО коэффициент изменения нормативного сопротивления φ_e рассчитанный по формуле 3 равен 0.69, а коэффициент изменения модуля упругости стали γ_c равен 0.0001. Далее методом линейной интерполяции определим, что критическая температура для данного сечения. будет равна 402 градусам.

Следующим этапом произведем расчет на устойчивость с применением формулы 4 и отобразим результаты графически:



Для расчета по устойчивости был использован лишь коэффициент, уточняющий изменение условной гибкости нагретого стержня.

Однако исходя из полученных данных, становится очевидным вывод: расчета по потере прочности в условиях пожара недостаточно для оценки работы конструкции в условиях реального пожара, необходимы дополнительные расчеты. Дальнейшее исследование данной проблемы способствует развитию отечественных методик расчета огнестойкости и повысит безопасность зданий и сооружений.

ТРАНСПОРТАБЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ БИОНИЧЕСКОГО ТИПА

Многие обитатели животного и растительного мира, обладая малой массой и непрямолинейной формой могут воспринимать значительные нагрузки. Например, позвоночник млекопитающих и пресмыкающихся не является прямолинейной структурой, имеет лордоз и кифоз, а в тоже самое время воспринимает большие сжимающие и изгибающие усилия. Он состоит из небольших костей разной величины – позвонков, последовательно разделенных межпозвоночными хрящевыми дисками, которые обеспечивают гибкость и возможность позвоночника изгибаться во всех направлениях. Роль стабилизирующих элементов выполняет гладкая мускулатура спины, которая вследствие своего натяжения, не позволяет конструкции живого существа разрушаться.



Рис. 1. Возможности позвоночника слона воспринимать внешнюю нагрузку

Ещё в начале 60-х годов XX века в СССР была создана бионическая конструкция, аналогом которой являлся позвоночник человека [1]. Особенности строения такой бионической башни позволяли ей ослабить воздействие внешних сил и исключить возможность разрушения

структуры, прежде, чем она достигнет предельной прочности. Конструкция могла прогибаться и деформироваться на большие величины без разрушения.

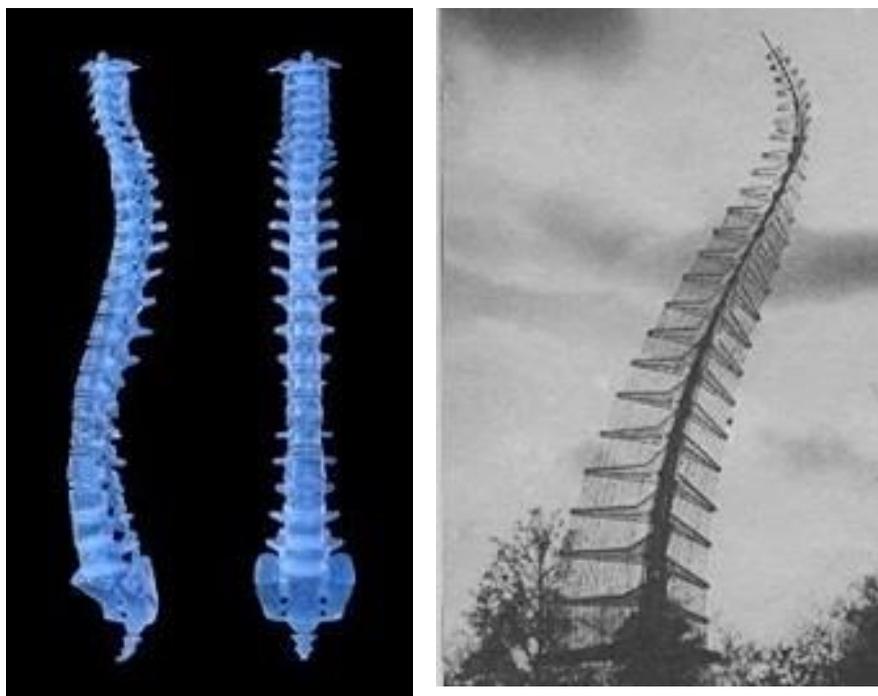


Рис. 2. Упругогибкие системы – позвоночник человека и бионическая башня

Ещё большим потенциалом восприятия нагрузок обладают системы сверх гибких конструкций. Анализ их природных аналогов показывает, что, например, позвоночник работает в сложной системе, состоящей из костей, хрящей и мышц. Эта система образует пространственный каркас, работающий одновременно и как опора, и как механизм движения[2].

Аналогичные позвоночнику пространственные конструкции могут быть выполнены из деревянных элементов (рис.2, а), стальных тросов и резиновых шпонок с амортизирующими свойствами. Древесина - легкообрабатываемый природный материал, обладающий высокой прочностью, небольшой плотностью и стойкостью к отрицательному воздействию химически агрессивных сред. Мелкоразмерные элементы, сделанные из дерева, работают на сжатие, передавая усилия на резиновые диски (рис.2, б), выполняющие роль упругих пружинообразных

накопителей, которые перераспределяют усилия и накапливают энергию. Стальные канаты, протянутые внутри каркаса, аналогичные гладкой мускулатуре спины, обладают высокой прочностью на растяжение, но совершенно не работают на сжатие. При увеличении натяжения мышц-канатов конструкция, как пружина, увеличивает свою реакцию упругого отпора и повышает пространственную жесткость.

Ее особенностью являются высокие транспортабельные свойства из-за малой массы и небольшого размера деталей каркаса, при возможно большой несущей способности.



Рис. 3. Экспериментальный бионический модуль с нагружением конька сосредоточенной силой



Рис. 4. Резиновые межбрусковые шпонки и характер разрушения бионического модуля, напоминающий по форме морскую звезду

Пространственная конструкция является дискретной системой, чем сильнее сжимающие усилия, тем больше энергии накапливается в резиновых прокладках. В результате эксперимента представленный биомодуль выдержал усилие в 40 кгс (рис.2-3). При дальнейшем её увеличении конструкция разрушилась только в результате внецентренно

приложенной силы и изгибающего момента, закручивающего модуль по спирали. При достаточно продуманной системе натяжения внешних канатов экспериментальный биомодуль обладает способностью выдерживать и более существенную нагрузку.

Использование конструкций бионического типа позволит создавать гибкие, легкие, изначально изогнутые конструкции, уже потерявшие устойчивость, основываясь на формах и образах животного и растительного мира, которые обладают высокой несущей способностью при малой массе и хорошей транспортабельной функцией.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лебедев Ю.С. и др.*, Архитектурная бионика. М.: Стройиздат, 1990. 268 с.
2. *Крылова Н. В., Искренко И. А.* Анатомия скелета. Анатомия человека в схемах и рисунках. Атлас-пособие. — М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 2005., 84 с
3. *Дмитриев.И.К.* Исследование работы стержне-вантовой гирлянды. - М.: Журнал ПГС, 11/2010., с. 53-55
4. *Дмитриев.И.К., Петухова.К.Г.* К вопросу возведения экспериментального большепролетного стержне-вантового купола. - М.: Журнал ПГС, 12/2012., с. 18-19
5. *Дмитриев.И.К.* Результаты исследования несущей способности стержне-вантовой гирлянды и формы оболочек на ее основе. . - М.: Журнал ПГС, 9/2013., с. 4-6
6. *Дмитриев.И.К.* Эспериментальное исследование арочной гирлянды. - М.: Журнал ПГС, 10/2014., с. 58-61

*Студент 5 курса 2 группы ИСА Булей Е.В.,
Студентка 5 курса 1 группы ИСА Помазан М.Д.
Научный руководитель – проф., док. техн. наук, доц. В.И. Линьков.*

ПЕРЕРАБОТКА ЕСТЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ КОНСТРУКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Естественная древесина является недорогим и распространенным материалом в течение тысячелетий в качестве конструкционного материала для строительства. Однако механические характеристики натуральной древесины (ее прочность и вязкость) неудовлетворительны для многих современных инженерных решений. Существующие методы обработки древесины приводят к неполному её уплотнению, отсутствует стабильность размеров, она может расширяться и ослабевать. Мы предлагаем ознакомиться с простым и эффективным методом преобразования массива натуральной древесины в высокоэффективный конструкционный материал с более чем десятикратным увеличением прочности и ударной вязкости с большей стабильностью размеров.

Процесс уплотнения древесины состоит из двух стадий. Во-первых, деревянные бруски (типовой размер образца: 120,0 мм на 44,0 мм на 44,0 мм) погружаются в кипящий водный раствор смеси NaOH (гидроксид натрия) и Na₂SO₃ (натрия сульфит) в течение 7 ч с последующим погружением в кипящую деионизированную воду для удаления химических веществ. Затем деревянные бруски прессуются при 100°C под давлением около 5 МПа в течение приблизительно 1 дня для получения уплотненной древесины (итоговые размеры: 115,6 мм на 46,5 мм на 9,5 мм).

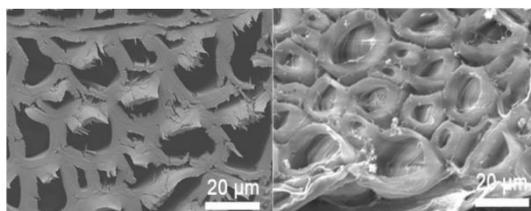


Рис. 1. Структура древесины до и после химической обработки

Одеревеневшие клеточные оболочки обладают ультраструктурой, которую можно сравнить со структурой железобетона: микрофибриллы целлюлозы по своим свойствам соответствуют арматуре, а лигнин, обладающий высокой прочностью на сжатие, — бетону. Удаление лигнина в результате химической обработки (рис.1) позволяет спрессовать между собой и упорядочить волокна целлюлозы. Регулируя время ки-

печения, можно получить уплотненную древесину с различной степенью удаления лигнина.

Процесс обработки приводит к уплотнению древесины с упорядочиванием нановолокон целлюлозы, которая является главной составляющей уплотненной древесины. Плотно упакованные и переплетенные стенки древесных клеток в уплотненной древесине на микроуровне обеспечивают высокую степень упорядочения нановолокна целлюлозы, ведущие к значительному увеличению площади соприкосновения нановолокон.

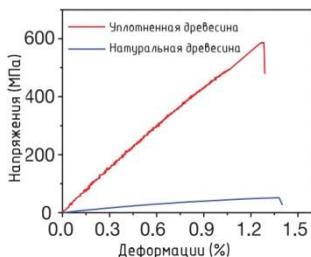


Рис. 2. Напряжения при растяжении

На рис. 2 сравниваются кривые относительной деформации от напряжения при растяжении для натуральной и уплотненной древесины. Обе кривые показывают линейное поведение деформирования перед разрушением. Уплотненная древесина демонстрирует рекордную высокую прочность на растяжение 587 МПа, что в 11,5 раз выше, чем у необработанной древесины.

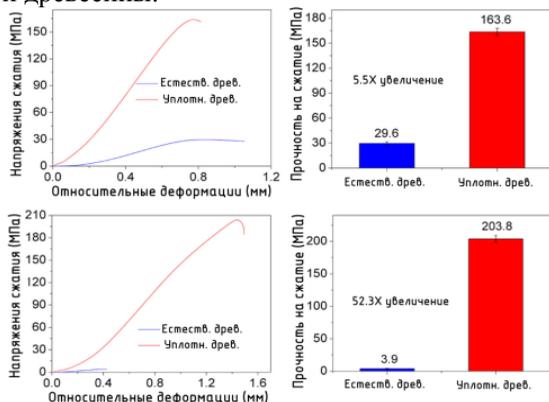


Рис. 3. Прочность на сжатие вдоль и поперек волокон древесины.

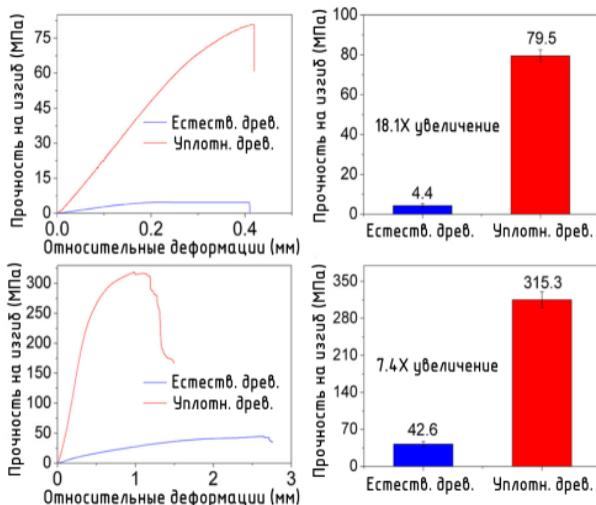


Рис. 4. Прочность на изгиб вдоль и поперек волокон древесины.

Результаты проведенных испытаний показывают, что прочность на сжатие уплотненной древесины примерно в 5,5 раз выше вдоль направления роста и в 52 раза - перпендикулярно волокон (рис. 3), а прочность на изгиб уплотненной древесины выше примерно в 7 раз вдоль и в 18 раз - перпендикулярно направлению волокон древесины.

Таким образом, при должном распространении представленный простой способ изменения структуры древесины откроет новые возможности для её применения в наиболее сложных инженерных задачах. Данный метод работает одинаково эффективно для всех пород древесины, то есть возникает возможность использовать в конструкциях более быстрорастущие, но менее прочные породы, тем самым несколько уменьшая экологический ущерб деревянного строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Chen Chaoji, Yiju Li*. Processing bulk natural wood into a high-performance structural material. *Международный научный журнал Nature*, том 554, (от 08 февраля 2018), doi:10.1038/nature25476С. 224–228
2. *Воробьев В. А., Комар А. Г.* Строительные материалы, 1971. С. 292–300
3. *Иванов В.А. Клименко В.З.* Конструкции из дерева и пластмасс, 1983. С.17–22

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕФАНЕРНЫХ ПАНЕЛЕЙ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Зачастую материалы и конструкции для индивидуальных домов подбираются по таким параметрам, как долговечность, практичность и стоимость. Но редко какой производитель будет рассказывать о минусах своей продукции. На базе Санкт-Петербургского государственного политехнического университета в 2013 году уже производили сравнительный анализ конструкций для малоэтажного строительства [1], но прогресс не стоит на месте и на базе Московского государственного строительного университета были актуализированы данные и добавлена совершенно новая технология возведения малоэтажных зданий и сооружений на основе клефанерных панелей (КФП). КФП [2] – новый вид конструкции индустриального изготовления с высокой степенью заводской готовности, которая выполняет несущую, ограждающую и декоративную функции.

В данной статье сравниваются следующие варианты ограждающих конструкций:

1. Кирпичная. Состав: штукатурка 5мм, кирпичная кладка 250мм, утеплитель минеральная вата 100мм, воздушный зазор 20мм, облицовка фасада кирпичом 120 мм. Итого толщина конструкции составляет 495мм.

2. Пеноблочная. Состав: штукатурка 5мм, пеноблок 200мм, утеплитель минеральная вата 100мм, воздушный зазор 20мм, облицовка фасада кирпичом 120 мм. Итого толщина конструкции составляет 445мм.

3. Брус клееный. Состав: обшивка с внутренней стороны ГКЛ+ГВЛ 25мм, каркас под обшивку 27 мм, брус 150 мм, утеплитель минеральная вата 100мм, зазор 20мм, облицовка фасада кирпичом 120мм. Итого толщина конструкции составляет 445мм.

4. Деревянный каркас. Состав: обшивка с внутренней стороны ГКЛ+ГВЛ 25мм, каркас с заполнением минеральной ватой 200мм, обрешётка 44мм, фиброцементные панели под кирпич 15мм. Итого толщина конструкции составляет 284мм.

5. ЛСТК. Состав: обшивка с внутренней стороны ГКЛ+ГВЛ 25мм, каркас с заполнением минеральной ватой 200мм, обрешётка 44мм, фиброцементные панели под кирпич 15мм. Итого толщина конструкции составляет 284мм.

6. КФП. Состав: КФП с заполнением минеральной ватой 200мм, облицовка фиброцементными панелями под кирпич 15мм. Итого толщина конструкции составляет 215мм.

В данном варианте компоновки клеёфанерная панель значительно превосходит иные виды каркасных конструкций по толщине. Это обусловлено в первую очередь тем, что панели не нуждаются в дополнительном выравнивании поверхности для крепления облицовки или внутренней отделки. За счёт своей компактности и повышенной заводской готовности снижаются транспортные расходы, упрощается технология возведения здания. Номенклатура панелей, в которую входят как стеновые конструкции (глухие и с проёмами), так и перекрытия и покрытия [2], позволяет сократить время строительства во много раз.

В целях объективности оценки данных конструкций были выбраны общие параметры:

- 1) Внешний вид стены должен соответствовать отделке «под кирпич»;
- 2) Внутренний вид «под чистовую отделку»;
- 3) Теплотехнические характеристики должны соответствовать значениям для ЦФО: $3,087 \text{ м}^2\text{С/Вт}$;

Сравнительный анализ вёлся по следующим группам показателей:

- Физические параметры:
 1. Фактическое сопротивление теплопередаче (Для ЦФО – $3,087 \text{ м}^2\text{С/Вт}$) – для всех конструкций считается в соответствии с СП 50.13330.2012.;
 2. Огнестойкость (III степень);
 3. Экологичность – субъективный параметр, зависит от экологичности материалов конструкций и обработки;
 4. Шумоизоляция – в соответствии с СП 51.13330.2011;
 5. Наличие горючих материалов;
- Условия строительства:
 6. Возможность строительства и нормальной эксплуатации в различных регионах;
 7. Строительство на сложных рельефах и нестабильных грунтах;
 8. Сезонность строительства (исключая фундамент);
 9. Возможность строительства с повышенной сейсмической опасностью;
 10. Влияние погодных условий на ход строительства;
 11. Транспортные расходы;
 12. Доставка в труднодоступные районы;
- Дополнительные работы\реконструкция:
 13. Дополнительные работы перед внутренней чистовой отделкой;
 14. Изменение фасадной отделки;

15. Прокладка инженерных сетей;
16. Специальные требования к несущему конструктиву здания, дополнительные работы;
17. Возможность реконструкции и надстройки;
 - Экономические показатели:
18. Полезная площадь внутренних помещений при габаритах дома 8x10м;
19. Стоимость строительства под чистовую отделку;
20. Стоимость 1м² ограждающей конструкции в проектом положении;
 - Вероятностные показатели:
21. Изменение геометрии, свойств несущего конструктива здания под воздействием внешних факторов;
22. Вероятность ошибки как следствие «человеческого фактора».

Все конструкции оценивались по пятибальной шкале. Результаты представлены в виде таблицы в полном варианте статьи. В зависимости от количества баллов были построены диаграммы, которые отображают наиболее рациональный вариант конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ватин Н.И., Синельников А.С., Малышева А.В., Немова Д.В.* Сравнительная оценка ограждающих конструкций для малоэтажного строительства // *Лучшие фасады*. 2013. №1(35). С. 8-11.
2. *Ибрагимов А.М., Гнедина Л.Ю., Тихомиров Л.А., И.А. Ладных.* Клеефанерная панель заводского производства, как основной конструктивно-силовой элемент остова быстровозводимого жилого здания // *Жилищное строительство* 2017, №4 С. 30-33.
3. Патент РФ №160223. Панель/ Тихомиров Л.А., Зайцева К.В., Титунин А.А., Ибрагимов А.М., Гнедина Л.Ю. Заявл.20.07.2015. Оpubл. 10.03.2016.

МНОГОЭТАЖНОЕ ДЕРЕВЯННОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ. УСИЛЕНИЕ УЗЛОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В мире всё большую популярность набирает строительство из дерева. Например, в Европе в 2015 году было положено начало реализации программы «Деревянная Европа», в рамках которой доля жилой недвижимости должна составлять 80% к 2020 году. Доля строительства из древесины в Финляндии составляет 40%, в Австрии – 30%. Что является достаточно высоким показателем.

Деревянное домостроение обладает множеством достоинств: дерево – природный и экологичный материал, являющийся полностью возобновляемым ресурсом, также себестоимость квадратного метра дома из деревянных конструкций на 40% ниже, чем из кирпича, а сроки монтажа значительно короче, дерево обладает низкой теплопроводностью и высокой теплоемкостью, что позволяет экономить на расходе энергии для отопления помещения более чем в 2 раза, производство из дерева является безотходным.

На текущий момент самыми высокими зданиями из дерева являются: 14-ти этажный жилой дом в Норвегии, 17-ти этажное студенческое общежитие в Канаде, 10-ти этажный жилой дом в Австралии.



Рис. 1. 17-ти этажное здание из дерева в Канаде



Рис.2 14-ти этажный дом в Норвегии



Рис.3. 10-ти этажный дом в Австралии

Исходя из вышеперечисленных аспектов насыщения рынка высокоэтажного деревянного домостроения, возникает много существенных проблем, одна из которых - повышенные нагрузки в узлах конструкций. Одним из самых распространённых креплений деревянных элементов являются соединительные крепежи типа «Sherpa». Представляют они собой две металлических детали, которые образуют жесткое соединение по принципу классического соединения «Ласточкин хвост», предварительно закрепив элементы крепления на конструкциях – при монтаже одна «одевается» на другую в «Паз». Ведущие специалисты в области инженерной строительной древесины соглашаются: рациональные и эффективные здания - являются важным требованием в современном строительстве.

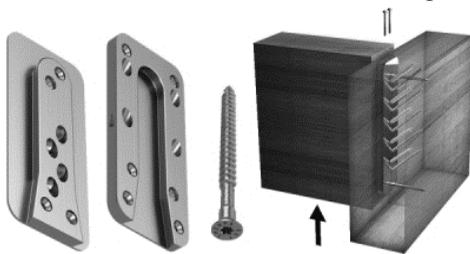


Рис. 4. Соединительных крепежи типа «Sherpa»

Использование древесины может быть расширено за счет дальнейшего использования эффективных технологий. Поэтому инновационные технологии приобретают все большее и большее значение. Основываясь на этом, хотелось бы предложить ранее изученное усиление крепежей «Sherpa» металлическими зубчатыми пластинами, для повышения несущей способности соединения, разработанные к.т.н. Сюзю Юнем. Основываясь на результатах полученных при проведении испытаний представленных в табл. 1 и в дальнейшем составленной математической модели табл. 2, можно увидеть разницу при использовании металлических зубчатых пластин и без них.

Делая общий вывод по приведенному способу усиления соединительных крепежей, мы можем наблюдать увеличение прочности соединения, как минимум, на 20%, следовательно, данное усиление оправдывает себя и оказывается экономически выгодным .

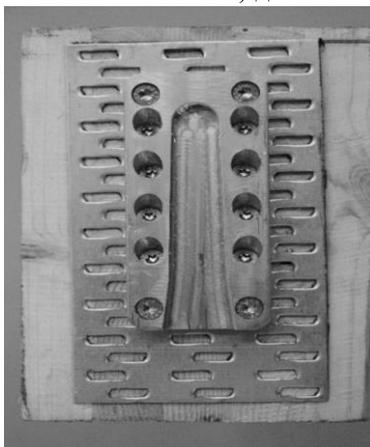


Рис. 5. соединительных крепежи типа «Sherpa» с использованием МЗП

Таблица 1.

Соединения с укреплением МЗП и без него. Расчетные результаты их несущей способности.

Панель из CLT. Широкая сторона			Панель из CLT. Узкая сторона			Балка из LVL. Вдоль волокон		
$F_{v,p,90}$ CLT МЗП	$F_{v,p,90}$ CLT	μ_p	$F_{v,p,0}$ CLT МЗП	$F_{v,p,0}$ CLT	μ_p	$F_{v,p,0}$ LVLМЗ П	$F_{v,p,0}$ LVL	μ_p
29,23 4	26,33 1	11,0 3%	31,55 6	27,68 4	13,99 %	36,76 4	32,03 6	14,7 6%

Таблица 2.

Соединения с укреплением МЗП и без него. Экспериментальные результаты их несущей способности.

Панель из CLT. Широкая сторона			Панель из CLT. Узкая сторона			Балка из LVL. Вдоль волокон		
$F_{v,\phi,90,C}$ LTMЗП	$F_{v,\phi,90}$ CLT	μ_p	$F_{v,\phi,0,C}$ LTMЗП	$F_{v,\phi,0}$ CLT	μ_p	$F_{v,\phi,0,L}$ VLMЗП	$F_{v,\phi,0}$ LVL	μ_ϕ
33,520	27,83 0	20,4 5%	33,520	26,9 10	24,5 6%	29,640	22,6 00	31,1 5%

Примечания:

1. $F_{v,p,90,CLT,МЗП}$ – расчётная несущая способность соединения при укреплении МЗП, кН.
2. $F_{v,p,90,CLT}$ – расчётная несущая способность соединения без укреплении МЗП, кН.
3. $F_{v,\phi,90,CLT,МЗП}$ – фактическая несущая способность соединения при укреплении МЗП, кН.
4. $F_{v,\phi,90,CLT}$ – фактическая несущая способность соединения без укреплении МЗП, кН.
5. μ_p – расчётное приращение $F_{v,p,МЗП}$ и $F_{v,p}$
6. μ_ϕ – фактическое приращение $F_{v,\phi,МЗП}$ и $F_{v,\phi}$
7. α – Угол между осью шурупа и волокнами

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сюй Юнь*. Повышение несущей способности соединений элементов деревянных конструкций на металлических накладках с использованием металлической зубчатой пластицы. СПбГАСУ Санкт-Петербург, 2015 г.

Студент 4 курса 5 группы ИСА Воловик.М.В.

Научные руководители - доц. канд. техн. наук, И.К. Дмитриев;

научный сотрудник НИИТИАГ, канд. иск. Козлов Д.Ю.

КОМПЛЕКСНЫЕ УПРУГИЕ КОНСТРУКЦИИ С ЖЕСТКИМ ПОКРЫТИЕМ

С конца 1960-х гг. в ЦНИИ строительных конструкций, лабораторией пневмоконструкций разрабатывались конструктивные системы оболочек, основанные на принципах бионики. Исследования показали, что конструкции оболочек живой природы не являются однородными по своей структуре, а состоят, как правило, из нескольких слоев, выполняющих различные физиологические функции. В частности, скорлупа птичьего яйца состоит из семи слоев: наружного прочного слоя — кутикулы толщиной 30-50 мк, трех известковых слоев пористой структуры с уменьшающейся плотностью к внутренней поверхности скорлупы (140-160 мк), функционального слоя (60-80 мк) и двух плетеных слоев из кератиновых нитей прочной подскорлупной оболочки (80-100 мк). В целом скорлупа яйца имеет трехчастную структуру, в которой кутикула является внешним защитным средством для основного «несущего», но сравнительно мягкого, с точки зрения механической повреждаемости, слоя. Центральный функциональный слой, соединенный порами с внешней средой, производит резервацию кислорода и осуществляет влаго- и газообмен. Подскорлупные плетеные оболочки выполняют механические функции, работая на растяжение и являются, одновременно, функционально-биологическими мембранами [3].

Сходную внутреннюю структуру имеют и другие природные оболочки, такие как панцирь краба, раковина морского гребешка и т. д. Обычно они работают не только на сжатие, но и на изгиб и на растяжение. Панцирь членистоногих (кутикула), как правило, имеет сложную структуру из отдельных щитков, подвижно соединенных между собой особой тканью и работающих в целом как упругая оболочка. На внутренней поверхности щитков расположены отростки для крепления к ним мышц, приводящих их в движение.

Результаты проведенных исследований были положены в основу экспериментов с моделями комплексных упругих конструкций с жестким покрытием, осуществленных в середине 1980-х гг. в Лаборатории архитектурной бионики ЦНИИТИА (рис. 1, а-в). В этих экспериментах для моделирования подскорлупных плетеных конструкций в качестве несущей основы яйцевидных оболочек впервые были применены трансформируемые каркасные плетеные структуры, выполненные из

упругого непрерывного замкнутого стержня, образующего циклический узел [6].

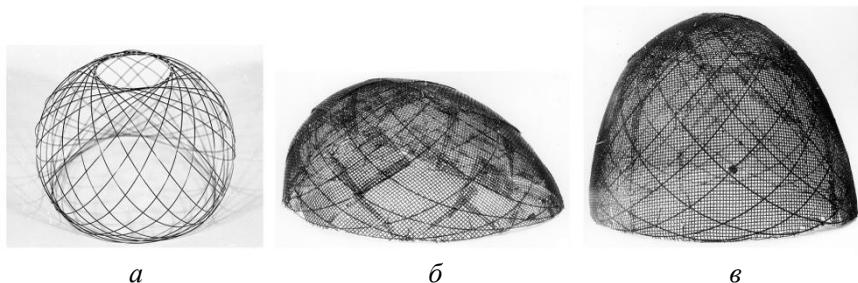


Рис. 1. Комплексные упругие конструкции яйцевидных оболочек:
а) Каркасиз упругого непрерывного стержня, завязанного в узел,
б) Пологая асимметричная оболочка с жестким сетчатым покрытием,
в) Оболочка в виде катеноида вращения с жестким сетчатым покрытием

Плетеная каркасная оболочка из упругого непрерывного замкнутого стержня обладает переменной пространственной жесткостью за счет изменения своей геометрии от плоской формы, по виду напоминающей ромашку, эллиптической. Трансформация конструкции происходит плавно в соответствии с углом наклона касательной к горизонтالي. Основные углы, при которых удобно вести расчет – это 30° , 60° , 90° и предельный угол, при котором нижние части витков стремятся сойтись в одну точку. В результате плоская плетеная «ромашка» переходит в объемную форму, напоминающую птичье гнездо. Расчет подобной структуры можно провести в ПК «Лира-Сапр 2016». Для этого используется конечный элемент КЭ № 309 – универсальный пространственный сильно изгибаемый стержневой геометрически нелинейный конечный элемент.

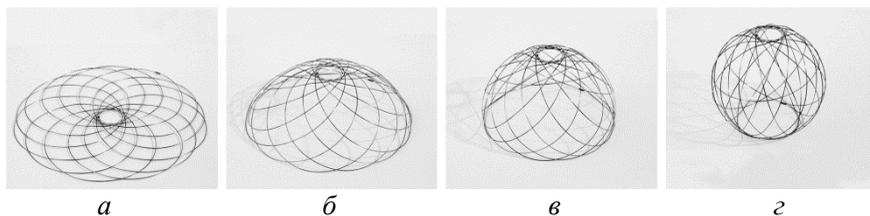


Рис. 2. Трансформация каркаса упругой плетеной оболочки:
а) Плоскостное положение,
б-в) Промежуточные стадии,
г) Предельное шарообразное положение

Геометрическое построение конструкции начинается с построения на ПК Autocad центральной окружности. Желательно, чтобы ее центр

соответствовал координатам $(0,0,0)$. Строится один виток «ромашки», причем количество точек окружности должно быть кратно 128. Этот виток поворачивается по оси Z на требуемый угол наклона касательной вниз по точке, соединенной с центральной окружностью. Точка, соединяющая центральную окружность и лепесток, закрепляется по осям X и Y так, чтобы возможно было вертикальное перемещение конструкции, а нижняя точка закрепляется по осям X , Y и Z . Далее производится копирование круговым массивом на требуемое количество плоскостей, схема упаковывается, и перенумеровывается.

Строится несколько моделей. В первой модели витки загибаются вниз на угол 30° наклона касательной при действии вертикальных сил, приложенных в точке верхнего закрепления. Конструкция существенно деформируется на значительную величину по всем осям – ее пространственная жесткость еще достаточно мала.

Во второй модели, витки ромашки еще сильнее загибаются - угол наклона касательной составляет 60° , величины деформаций точек конструкции уменьшаются. И наконец, при приближении расчетной модели к предельному шарообразному положению, деформации становятся совсем небольшими, пространственная жесткость конструкции значительно возрастает и она по своей форме становится эллиптической.

Отсюда следует, что объемная жесткость трансформируемой плетеной оболочки напрямую зависит от ее формы, имеет нелинейный характер и увеличивается от минимальной величины, в начальной стадии трансформации, до максимальной, при приближении ее к предельной стадии. Основной расчет, основанный на нелинейном моделировании, позволяет поэтапно, по заданным углам наклона касательной, рассчитать такую конструкцию, зная характеристики упругого стержня – материал и диаметр сечения, приложенную нагрузку и точки ее закрепления.

Для получения координат точек в результате деформации, используется таблица в формате Excel. В таблицу вводятся параметры эллипса (X - Y) и дуги (Z - Y), после этого координаты переносятся в Лиру.

При моделировании комплексных упругих конструкций с жестким покрытием, используя нелинейный КЭ, можно полностью определить их деформацию. Внешнее жесткое покрытие, аналогичное строению панциря членистоногих, крепится к плетеной оболочке с созданием многослойной конструкции аналогичной природной, где внешняя оболочка обладает большей жесткостью, чем внутренняя несущая основа. Эта основа, выполненная в виде плетеного эллипсоида, выступает в роли армирующей структуры. Жесткие внешние пластины крепятся к упругой плетеной структуре и передают усилия на нее. Такая ком-

плексная конструкция позволяет сделать внешнюю панцирную оболочку максимально тонкой, что и наблюдается в аналогичных системах живой природы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Александров Ю.П., Марантиди И.Н., Соловьёв А.К. Стецкий С.В.* Проектирование светопрозрачных конструкций и естественного освещения зданий. Учебное пособие. М. 1984. С.3 – 114. 7.25 п.л., илл.
2. *Борискина И.В., Шведов Н.В., Плотников А.А.* Современные светопрозрачные конструкции гражданских зданий. Справочник проектировщика. Том II. Оконные системы из ПВХ
3. *Вознесенский С., Ханухов Х.* Оболочки нового типа. // Архитектурная композиция. Современные проблемы. — М.: Стройиздат, 1970. — С. 147-149.
4. *Дмитриев.И.К.* Исследование работы стержне-вантовой гирлянды. - М.: Журнал ПГС, 11/2010., с. 53-55
5. *Дмитриев.И.К.* Результаты исследования несущей способности стержне-вантовой гирлянды и формы оболочек на ее основе. . - М.: Журнал ПГС, 9/2013., с. 4-6
6. *Козлов Д.Ю.,* Регулярные узлы и зацепления – структурный принцип кинематических архитектурных конструкций. // Архитектурная бионика. М.: ЦНИИЭПжилища, 1989. С. 72-82.
7. *Лебедев Ю.С. и др.,* Архитектурная бионика. М.: Стройиздат, 1990. 268 с.

*Студент 4 курса 5 группы ИСА Волынников А.С.
Научные руководители - доц. канд. техн. наук, И.К. Дмитриев;
сотрудник ОАБИ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Рубцов С.В.*

БИОНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Дерево, как древнейший конструкционный материал, который человек использовал в строительстве, обладает не только уникальными физико-механическими свойствами, но и имеет свою историю как продукт эволюции биосферы. Это, в свою очередь, позволяет рассматривать примеры функциональных решений, демонстрируемых растениями в процессе их адаптации к среде, в качестве образца, подсказки или рекомендации для инженеров - проектировщиков, работающих в строительной сфере. И, конечно, деревянные конструкции каркасов, стропильных ферм зачастую стихийно создаются на принципах природоподобия, или бионики. Джек Стил, американский нейрофизиолог, автор термина бионика, в 1958 г. предложил следующее определение: "Бионика – наука о системах, функции которых копируют функции других живых систем, о системах, которым присущи специфические характеристики природных систем или которые являются их аналогами." Ключевое слово в данном определении – «системы». Именно комплексный, интегральный подход к изучению сложнейших закономерностей развития и особенностей адаптивности живых систем, или биологических видов, – позволяет рассчитывать на какой либо успех в создании их инженерно – строительных аналогов или хотя бы достижения уровня их эффективности. Как наука, архитектурно – строительная бионика создавалась преимущественно в СССР, где на базе лабораторий архитектурной бионики под руководством Ю.С. Лебедева разрабатывались её принципы и научно-теоретические основания. Аналогичные исследования, но в несколько усеченном формате проводились в лаборатории легких конструкций группой «Биология и строительство» по руководством Ф. Отто в ФРГ.

В современном строительстве древесина применяется достаточно широко, здания и сооружения в дизайне «био-тек» обретают все большую популярность. С бионикой, как правило, ассоциируют округлые или волнистые формы, спиралевидные конструкции. В сфере современного малоэтажного строительства есть интересное бионическое направление, в котором в качестве наполнителя используется прессованная солома злаковых, образующаяся в качестве отходов при уборке зерновых. Преимущественно это дома с каркасом из древесины, однако есть решения, где прессованная солома выступает в качестве материала для несущих конструкций. На наш взгляд, наиболее характерным

решением с точки зрения природоподобия, являются купольные соломенные экологические дома. Есть несколько типов решений для каркасов таких зданий, имеются разные планировки и архитектурные детали. Для того, что бы определить «степень бионичности» решений, применяемых в таких зданиях, имеет ли отношение к бионике данная конструкция, предлагается использовать в качестве критерия 4 основных принципа бионического конструирования, разработанные одним из основоположников архитектурной бионики инженером, д.т.н. В.Г.Темновым в сотрудничестве с лабораторией архитектурной бионики ЦНИИТИА. Эти принципы были определены в результате анализа биологических исследований и выявления удачных решений задач конструктивного процесса у живых организмов. Они были сформулированы следующим образом:

- «Принцип траекториального строения конструктивных систем». Сегменты поверхностей тел, защитных оболочек, опорных скелетных каркасов живых организмов как правило, расположены соответственно линиям главных потенциальных деформаций, которые, в свою очередь, пролегают на границах силовых полей внешнего воздействия и кинематических граничных условий. Например, листья деревьев, как правило, имеют прожилки, выполняющие механическую функцию ребер жесткости. Эта закономерность позволяет обеспечивать высокую прочность конструкций минимальным объемом использованного материала.

- «Принцип гетерогенного размещения материала в элементах конструктивных систем». Практически во всех известных конструктивных системах живых организмов мы можем наблюдать слоисторазнородный, или гетерогенный тип размещения. Подробно изученный пример – пластинчатые кости позвоночных с внутренними слоями костной губчатой ткани, расположенной между наружными слоями плотной костной ткани. Слоистое размещение материала типа "сэндвич" придает элементам устойчивость, значительно превышающую устойчивость отдельных слоев, и поэтому внешние слои из плотной ткани гораздо тоньше по сравнению с внутренним губчатым костным слоем.

- «Принцип полигональных упаковок при структурообразовании конструктивных систем». Так называемая полигональная упаковка ячеек наблюдается в строении биологических форм в случаях, когда требуется постоянство геометрических характеристик. Наиболее известный пример – соты пчел, шмелей, ос. Эти перепончатокрылые образуют «полигональную упаковку» из круговоска, превращающихся в дальнейшем в шестиугольники под действием капиллярных эффектов сил поверхностного натяжения. Данный тип упаковки является наиболее

экономичным использованием воска и затраченных на работу сил, при котором периметр сетки с ячейками имеет наименьшую длину.

- «Принцип резильянса, или максимального накопления упругой энергии в конструктивных системах». Термин «резильянс» в бионике обозначает упругость, эластичность, способность быстро восстанавливать внутренние силы после какого либо внешнего воздействия на биологический организм. В бионике эффективность конструктивных систем живых организмов определяется как отношение веса тела к весу скелета. Принцип «резильянса» позволяет в некоторых случаях увеличивать несущую способность конструкций без увеличения ее материалоемкости.

Вывод: На наш взгляд, применение методов расчета конструктивных систем, разработанных для бионических принципов конструирования, к современным купольным соломенным экодомам может представлять учебные и научный интерес для студентов строительных вузов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архитектурная бионика. *Под ред. Ю.С. Лебедева.* Москва, Стройиздат 1990. 268 с.

2. *Латин Ю.Н.* Автономные экологические дома. Алгоритм-книга, - 2005.

3. *Дмитриев.И.К.* Исследование работы стержне-вантовой гирлянды. - М.: Журнал ПГС, 11/2010., с. 53-55

4. *Дмитриев.И.К.* Результаты исследования несущей способности стержне-вантовой гирлянды и формы оболочек на ее основе. . - М.: Журнал ПГС, 9/2013., с. 4-6

ДОМА-ТРАНСФОРМЕРЫ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Развитие индустрии малоэтажного домостроения в мире, а также растущие требования к среде обитания людей за пределами мегаполисов привели к появлению нового перспективного направления мобильных домов. Назовем этот тип мобильными домами-трансформерами, которые способны за несколько часов из грузового контейнера раскладываться в полноценный дом. К основным преимуществам домов-трансформеров относятся: высокая скорость и простота сборки-разборки, полная заводская готовность и высокое качество изготовления. Дома-трансформеры из СИП-панелей обладают высокой энергоэффективностью и комфортностью, способны к многократной трансформации и перемещению в любое место без потерь и ухудшения эксплуатационных свойств. Такие дома рассчитаны на круглогодичное использование.

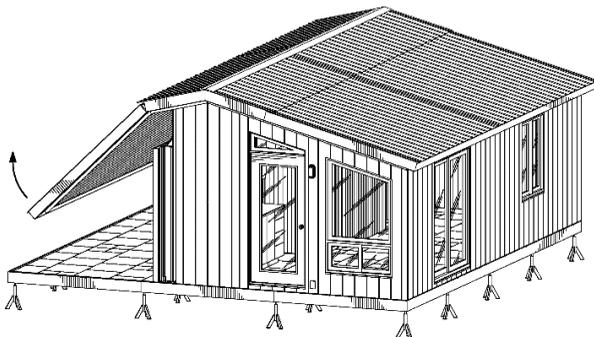


Рис. 1. Дом-трансформер

Дом-трансформер возводится по технологии объемно-модульного строительства и полностью исключает стандартные этапы стройки. Возможно объединение нескольких модулей с целью увеличения площади здания. Благодаря небольшому весу дома отсутствуют необходимость в массивных конструкциях фундаментов, используются временные опоры и строительные домкраты. Также дома-трансформеры из СИП-панелей обладают высокой сейсмостойкостью. Транспортируются как стандартный грузовой контейнер любым видом транспорта: автомобильным, ЖД, водным, или воздушным[2]. Внутри дома устроена металлическая рама, представляющая собой систему балок и стоек. Она обеспечивает правильное равномерное распределение нагрузок и

значительное снижение продольных деформаций, возникающих при погрузке-выгрузке дома. Это позволяет поднимать дома-трансформеры длиной более 10,3 м. Кроме того, рама минимизирует деформации в конструкции дома при транспортировке, а также остаточные деформации или относительные смещения, которые могут иметь место в элементах, установленных на раме. К раме крепятся СИП-панели (стеновые, пола и покрытия). Соединения панелей дома-трансформера выполняются шарнирными посредством петель (рисунок 2). Панели состоят из двух фибролитовых плит и теплоизоляционного слоя - пенополиизоцианурата. Слои панели соединены между собой клеем на полиуретановой основе.

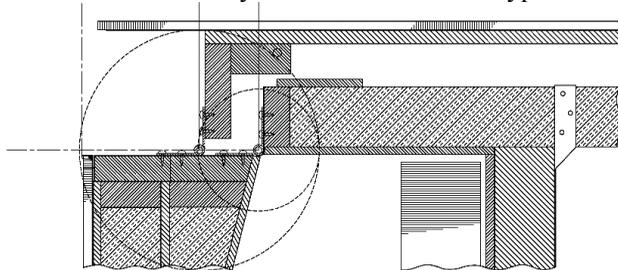


Рис. 2. Узел сопряжения панелей покрытия

СИП-панели из данных материалов имеют низкие коэффициенты теплопроводности и водопоглощения, высокую прочность, морозостойкость, биостойкость, звуко-теплоизоляционные показатели, долговечность, экологическую безопасность, устойчивы к воздействию вредных веществ и солнечного излучения, а также существенно сокращают теплопотери здания и обеспечивают комфортные условия проживания даже при -50°C . Они обладают высокой пожарной безопасностью, относятся к группе горючести Г1, при отсутствии источника пламени самостоятельно затухают [4]. Дом-трансформер доставляется на место установки, далее он с помощью кранового оборудования поднимается и перемещается с автомобильной платформы на подготовленное основание. Для этого к раме крепятся транспортировочные балки, и к ним с помощью тросов прикрепляется пространственная рамная траверса. Для повышения мобильности домов и независимости от подъемного оборудования возможна их саморазгрузка с помощью телескопических опор, а также установка на собственную колесную базу.

Далее 2-3 человека трансформируют дом по инструкции. Пол дома состоит из двух боковых и центральной панелей. Боковые панели поворачиваются вокруг соответствующих сторон центральной части пола и опускаются на домкраты. После этого поднимаются боковые части покрытия, затем выдвигаются продольные стены, что приводит к раскладыванию поперечных стен (рис. 1). Для облегчения процесса трансфор-

мации к продольным стенам крепятся поддерживающие колеса или ролики, которые двигаются по направляющим. Затем устанавливаются перегородки и выдвигается встроенная в стены мебель. При складывании дома-трансформера эти шаги выполняются в обратном порядке[1].

Затем осуществляется подключение к внешним сетям установленного в доме инженерного оборудования и производится обустройство жизненного пространства. В среднем на процедуру сборки или разборки уходит от 1,5 до 3 часов. Дом-трансформер также быстро разбирается и перевозится в другое место. Базовая комплектация дома включает в себя полную наружную и внутреннюю отделку, инженерные сети и оборудование, бытовую технику и встроенную мебель. Для повышения энергонезависимости дома-трансформера на крышу дополнительно устанавливают солнечные батареи. Возможен полностью автономный вариант дома. Дома-трансформеры могут использоваться в качестве объектов жилого, общественного, коммерческого, социального, оборонного и другого назначения. В зависимости от комплектации и параметров отделки стоимость квадратного метра в таких домах варьируется в пределах от 15 до 30 тысяч рублей[3].

У нас дома-трансформеры из СИП-панелей появились не так давно и не пользуются коммерческим спросом. Это новый формат жилья, который пока не получил широкого распространения, но имеет большие перспективы использования. Стоит внимательно рассмотреть преимущества и особенности таких домов, проводить дальнейшие разработки по усовершенствованию их конструкции и метода трансформации и внедрять их в массовое использование.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Laprise D*, inventor; Habitaflex Concept Inc., assignee. Foldable habitation. United States patent US 20080236055. 2008 Oct 2.
2. *Anderson K*. Trailer home folds for travel // *Popular Mechanics*. 1957. Vol. 108. Pt. 2. P. 90-94.
3. Волшебный дом // *Современные страховые технологии*. 2015. Т.52, №5. С. 92-95.
4. *Цыгаменко С.С.* Передовая технология каркасно-панельного домостроения СИП (SIP). М.: Ассоциация домостроительных технологий СИП (SIP), 2016. С. 100-107.

ДЕРЕВЯННЫЕ НЕБОСКРЁБЫ

Древесина – один из самых древних материалов, используемых в строительстве. Она легко обрабатывается и успешно применяется десятки тысяч лет. Сооружения из древесины характеризуются высокой прочностью.

В зависимости от направления, различают динамическую и статическую нагрузки, от которых зависит способность материала сопротивляться деформации при нагрузке. Наиболее эффективно древесина работает на скручивание и растяжение, в отличие от сжатия, при котором пористая структура выступает в роли недостатка. К недостаткам древесины можно отнести горючесть, гниение и изменение объёма в зависимости от влажности окружающей среды. Неспособность найти решение данных проблем без ущерба экологической и архитектурно-выразительной характеристикам материала в течение ста предшествующих лет привела к замещению древесины сталью, бетоном и стеклом. Но в последнее время на рынке всё большую популярность приобретает клеёная древесина - композитный материал, обладающий высокими прочностными свойствами.

В высотном строительстве чаще всего упоминается система CLT-панелей, полная расшифровка аббревиатуры - Cross Laminated Timber, изготовление которых происходит под давлением 60 т/м² перекрестным склеиванием дощатых щитов. Плюсом такой технологии является то, что такие плиты сравнимы по прочности с традиционным бетоном и сталью. Данные панели имеют ширину до 3,5 м. и дину до 24 м. Транспортируют данную конструкцию с завода готовыми сборными модулями со встроенными дверями, окнами и коммуникациями. По данной технологии построен девятиэтажный жилой дом с первым нежилым этажом Stadthaus в Лондоне. Производство стали и бетона сопровождается высокими энергозатратами и существенными выбросами парниковых газов в атмосферу, в то время, как древесине выделяет, а наоборот связывает атмосферный CO₂, накапливая массу: выходит так, что производство строительных материалов будет не увеличивать,



Рис.1. Stadthaus
в Лондоне

а уменьшать содержание CO₂ в воздухе. Поэтому технологии CLT стали таким решением для «тяжелого» многоэтажного строительства.

Еще широко применяются LSL-плиты, (полная расшифровка - Laminated Strand Lumber). Данная конструкция изготавливается из длинных плоских стружек, имеющих параллельный вид. Преимуществом этих плит является то, что для их изготовления можно использовать низкосортную древесину. В схожей технологии LVL-бруса (полная расшифровка - Laminated Veneer Lumber) вместо щепок применяются листы лущеного шпона - с параллельным расположением волокон в смежных слоях.

При строительстве возможно применение клееных балок, колонн и панелей brettstapel. Эти панели состоят из досок, которые поставлены на кромку и скреплены гвоздями. Австрийская компания Cree, спроектировала 30-этажный небоскреб под названием LifeCycle, применяя каркасные наружные стеновые панели, а также гибридные панели перекрытий из клееных балок и бетона. В системе FFTT колонны и стены устанавливаются поэтажно, после чего на них крепятся стальные балки, на которые опираются перекрытия из CLT-панелей.

На сегодняшний день самым высоким сооружением из древесины является испытательный стенд Trestle, который находится в национальной лаборатории в Сандии. Конструкция этого сооружения способна выдержать вес полностью загруженного стратегического бомбардировщика B-52, также способна выдержать в условиях ядерного взрыва: в ее основании располагается очень мощный импульсный генератор электромагнитного излучения.

Идея высокоэтажного деревянного строительства прорабатывается буквально по всему миру. Первые проекты высоты из дерева появляются в начале 2000-х. Самое высокое здание - Forte Building в 10 этажей, которое построили в Австралии. В последнее время Британия стала одной из ведущих стран в многоэтажном деревянном домостроении. MGA совместно с финской деревообрабатывающей компанией Metsä Wood запустили проект Plan B, с целью привлечения внимания к возможностям древесины. Они хотят показать всему миру, что «сталью в строительстве» может стать древесина.



Рис.2. Проект небоскреба LifeCycle

Современные архитекторы решили выбирать известные постройки и разрабатывать проекты их аналогов из дерева.

Недавно американским архитектором Майклом Гриномбыла предложена разработка проекта небоскреба в 30 этажей. Также он же сообщил о возможности построить полностью из дерева 102-этажную башню Empire State Building. Были разработаны специально для данной деревянной версии небоскрёба деревянные панели Ketro, которые выполнены из склеенных вместе слоев фанеры. Данные панели могут быть выполнены в ширину до 2,5 м, а в длину до 25 м. Стоимость возведения и дальнейшего содержания подобного деревянного небоскрёба умалчивается, но есть предположения, что с развитием деревянных технологий сфера высотного строительства из дерева может кардинально измениться.

В выводе можно сказать, что объемы древесины, необходимые для высокоэтажного строительства, огромны. Чтобы не исчерпать все деревянные ресурсы на Земле, необходимы новые технологические разработки по выращиванию деревьев и выведению новых, быстрорастущих сортов. Также трудностью является устаревшее законодательство, не разрешающее строительство высотных деревянных зданий, что тормозит прогресс усовершенствования технологий возведения. Если все эти проблемы будут учтены и решены, то строительства деревянных небоскрёбов станет нашим будущим.



Рис.3. Forte Building в Австралии XXI века



Рис.4. Проект Майкла Грина

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. [<http://archspeech.com>]
2. *Бойтемиров Ф.А.* Конструкции из дерева и пластмасс. М: Издательский центр «Академия», 2013.288 с.

*Студентка 4 курса 9 группы ИГЭС Липенина А.В.,
Студент 4 курса 2 группы ИГЭС Каиров Г.А.,
Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. А.М. Ибрагимов.*

БУРОСЕКУЩИЕ СВАИ. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ. ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ И РИСКИ ПРИ УСТРОЙСТВЕ БУРОСЕКУЩИХ СВАЙ

В данной статье рассмотрены вопросы устройства ограждений из опережающих и пересекающих буронабивных свай диаметром 600 - 1000 мм при шаге до 3000 мм и глубиной до 20 м.

Буросекущие сваи – известный вид буронабивных свай. Отличительной особенностью является то, что в

результате их устройства образуется стена в грунте. Свайное ограждение (рис. 1) состоит из бетонных опережающих свай, чередующихся с железобетонными пересекающимися сваями.

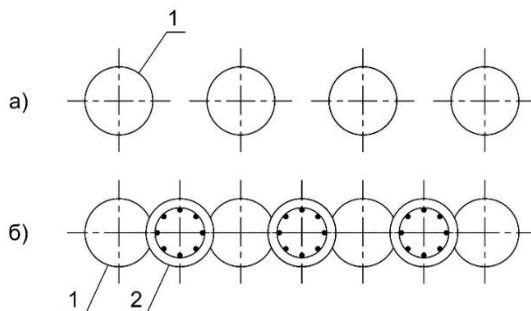


Рис. 1. Этапы возведения ограждения из опережающих и пересекающих буросекущих свай.

- а) первый этап – изготовление бетонных опережающих свай;
 - б) второй этап – изготовление железобетонных пересекающих свай;
- 1 – бетонная опережающая свая первой очереди;
2 – железобетонная пересекающая свая второй очереди.

На первом этапе изготавливают несколько бетонных опережающих свай без арматурных каркасов. Затем забуривают промежуточные скважины между бетонными опережающими сваями, срезая часть бетона опережающих свай. Скважины для пересекающих свай армируют арматурными каркасами, после чего производят укладку бетонной смеси. Устройство буросекущих свай позволяет создать сплошную герметичную конструкцию, размещаемую в грунте непосредственно около фундамента. Чаще всего буросекущие сваи используются при строи-

тельстве котлованов, когда основной задачей является создание прочной ограждающей конструкции для предотвращения обвала грунта. Этот тип конструкции также хорошо показал себя в качестве способа укрепления склонов при строительстве мостов, дорог, зданий и сооружений.

Технология устройства буросекущих свай — это аналог метода «стена в грунте», предусматривающий не рытьё грунта, а последовательное бурение скважин под сваи на ширину стены. Основная часть технологии включает устройство буронабивных свай и часто используется при необходимости бурения в непосредственной близости от других сооружений. Таким образом выполняют ограждение котлована будущей строительной площадки ещё до выработки грунта из него. Это актуально в густо-застроенных городских кварталах и на строительстве новых сооружений при развитии промышленных предприятий. Для погружения буросекущих свай не требуется сваебойное оборудование — ударное, вибрационное, работа которого приводит к подвижкам грунта и, как следствие, к риску для близко расположенных сооружений (рис. 2).



Рис. 2. Стена в грунте с использованием буросекущих свай.

Технология и организаци выполнения работ по устройству буросекущих свай.

Технология устройства буросекущих свай достаточно проста, но требует опыта работы при самом процессе устройства. Размеры буросекущих свай отличаются от буронабивных свай, как диаметром, так и длиной: стандартные пропорции: $\varnothing 800$, $\varnothing 1200$ и $\varnothing 1500$ мм, расстояние или шаг по центрам соседних свай – примерно 80-90% от первичного диаметра: это позволяет устанавливать их с частичным перекрытием, за

счет которого получается монолитная стенка. Эти же 90 % составляют шаг между сваями первой очереди (рис.1). Бурение скважин выполняют с применением инвентарной обсадной трубы (рис. 3), состоящей из отдельных секций длиной 2, 4 6м, и режущего наконечника. Режущий наконечник монтируется в нижнем фланце первой секции обсадной трубы, как показано на рисунке.



Рис. 3. Бурение скважин.

Студентка 5 курса 1 группы ИСА Лебедева А.В.

*Научный руководитель – зав. каф. МДК, проф., д-р техн. наук
В.И. Линьков*

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Научно обоснованная оценка несущей способности деревянных конструкций ведется сравнительно недавно. Рассмотрим основные этапы развития действующей отечественной методики.

Расчет по [1]. Установление величины несущей способности деревянных конструкций по сравнению с конструкциями из других материалов (сталь, бетон) усложняется ярко выраженными реологическими свойствами древесины, что характеризуется изменением во времени деформаций и нелинейной зависимостью между деформациями и напряжениями, вызванными действием на конструкцию внешних сил.

Испытание в стандартном режиме нагружения позволяет выполнить оценку несущей способности деревянной конструкции на основании получаемых при испытании характеристик её работы с учетом фактора времени.

Расчетную несущую способность деревянных конструкций P_n определяют на основании действующих норм. Испытание готовой конструкции проводят до разрушения и определяют разрушающую нагрузку I_t .

Чтобы знать, имеет ли конструкция, показавшая при испытании разрушающую нагрузку I_t достаточную несущую способность, нужно установить K_6 . Раньше этот коэффициент назначался на основе опыта проектирования и исследования работы конструкций под нагрузкой.

Уменьшение прочности древесины с увеличением продолжительности действия приводит к результатам длительных испытаний (Ф.П. Белянкин):

$$\sigma = \sigma_n + (\sigma_{вр} - \sigma_n)e^{-bt} \quad (1),$$

где σ и t - напряжение и время его действия, σ_n - предел длительного сопротивления, $\sigma_{вр}$ - предел прочности при машинных испытаниях, b – постоянная. Чтобы приближенно найти величину σ_n , на графике возможно ближе к опытным точкам проводилась плавная кривая и несколько ниже ее - горизонтальная прямая, отсекающая на оси ординат некоторый отрезок, принимаемый за σ_n . Затем находилось отношение $\frac{\sigma_n}{\sigma_{вр}} = K_d$, называемое «коэффициентом длительного сопротивления».

Время до разрушения t в зависимости от неизменно действующего напряжения σ имеет (при постоянной температуре) выражение

$$t = Ae^{-\alpha\sigma} \quad (2),$$

где A и a – постоянные.

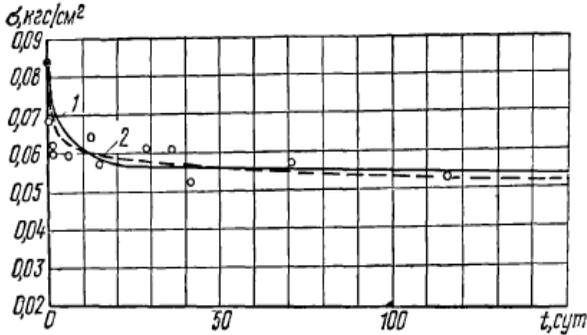


Рис 1. Кривые длительного сопротивления ели при изгибе. 1 – кривая по уравнению $\Pi_T \geq \Pi_{II}$ 2- кривая по уравнению (2)

На рисунке 1 представлена кривая длительного сопротивления полученная Ф ПБелянкиным близка к уравнению (1) для древесины ели при изгибе, и построенная кривая по экспоненциальному уравнению (2) (штриховая линия), разница между кривыми находится в пределах разброса опытных точек. Значит древесина не является исключением из общей закономерности длительной прочности твердых тел.

Уравнение (2) определяет зависимость длительной прочности в довольно широких границах изменения значений σ и $\lg(t)$, охватывающих все случаи практического использования данного материала в конструкциях.

Для каждого вида испытания начальная ордината экстраполяционной прямой $\sigma(\lg t)$ имеет свое значение при приблизительно постоянной абсциссе точки пересечения прямой с осью $\lg t$. На рис.2. представлен такой график, точки на котором соответствуют разным видам испытаний древесины разных пород. Нанесенные точки в среднем располагаются вдоль прямой $\sigma(\lg t)$, что указывает на единую закономерность относительного снижения прочности во времени древесины разных пород, влажности, для разной скорости нагружения и видов испытания.

Расчет по [2]. В настоящее время K_{σ} выражается как отношение коэффициентов длительной прочности при испытаниях $K_{дл(исп)}$ и реальном времени эксплуатации конструкции $K_{дл(экс)}$ с учетом поправки K_V на ограниченное число испытываемых конструкций и различные виды их разрушения (пластическое или хрупкое) по формуле:

$$K_6(\text{пп,хр}) = K_{V(\text{пп,хр})} \left(\frac{K_{\text{дл(исп)}}}{K_{\text{дл(экс)}}} \right)$$

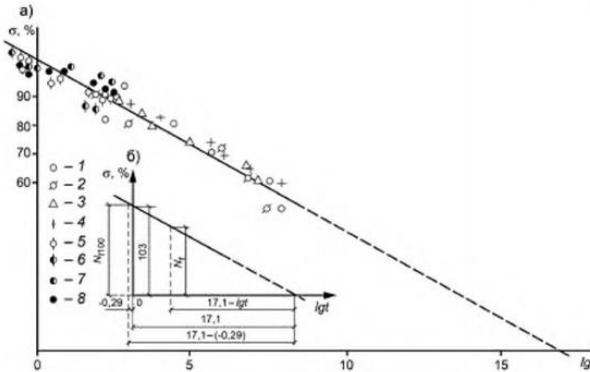


Рис. 2. а) — прямая длительной прочности σ ($\lg t$) б) — вспомога-
 тельная схема длительных испытаний соединений древесины

Величина K_V для различных видов разрушения конструкций может быть определена на основании учета вариации прочности древесины при испытаниях: $K_V = \frac{1}{(1 - \eta_{0.95} c_V)}$, где η_p — квантиль предполагаемого распределения при заданной вероятности $p = 0.95$, c_V — коэффициент вариации прочности. Экспериментальные исследования показали, что вариация изменения прочности при испытаниях для пластического вида разрушения составляет от 13 % до 15 %, а для хрупкого — от 20 % до 25 %. K_6 позволяет определять влияние временного эффекта испытаний на несущую способность деревянных конструкций и представляет собой интегральный показатель, характеризующий уровень развития теории и методов расчета, в конечном счете определяющий эффективность использования ресурсов материала в конструкции и, следовательно, её экономичность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Иванов Ю.М.* Рекомендации по испытанию деревянных конструкций/ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко //Стройиздат. 1976. С. 13-23.
2. ГОСТР 57790-2017 «КОНСТРУКЦИИ ДЕРЕВЯННЫЕ НЕСУЩИЕ»Методы испытаний на прочность и деформативность

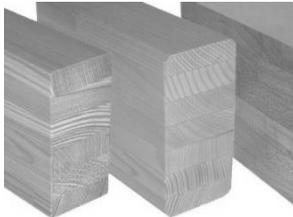
Студент 5 курса 2 группы ИСА *Можжаев Е.А.* ,
 Студентка 5 курса 2 группы ИСА *Черкасова Д.А.*
 Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. *В.И. Линьков*

КОНСТРУКЦИИ ДЕРЕВЯННЫХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Из чего строить жилой дом? Для индивидуального жилья древесина является основным материалом, однако, что мешает использовать ее и при возведении высотных домов из дерева в условиях городской застройки? На сегодняшний день это стало возможно благодаря новым технологиям в создании балок, ферм, колонн. Такие элементы быстро монтируются, технологичны в производстве, имеют высокую удельную прочность (отношение прочности к плотности материала), пожаробезопасны (прогорание идет со скоростью 3,5 см/час), сейсмически устойчивы, легки, экологичны и эстетически очень красивы. К недостаткам следует отнести дополнительные меры по влагозащите и, возможно, вредные испарения клея в процессе эксплуатации. Для России это направление строительства довольно перспективно, так как наша страна владеет пятой частью всех запасов леса на планете.

Использование древесины как конструкционного материала возможно в различных воплощениях. Сырьем для инженерной древесины могут быть: пиломатериалы (ламели), листовой шпон, стружка, щепа, древесное волокно и др. Все это впоследствии превращается в различные виды композитных материалов. В этом и состоит основное достоинство клееных конструкций – возможность использовать низкосортную древесину и при этом достигать необходимых физико-механических свойств. Рассмотрим наиболее распространенные из материалов:

Таблица 1
 Виды материалов для несущих конструкций

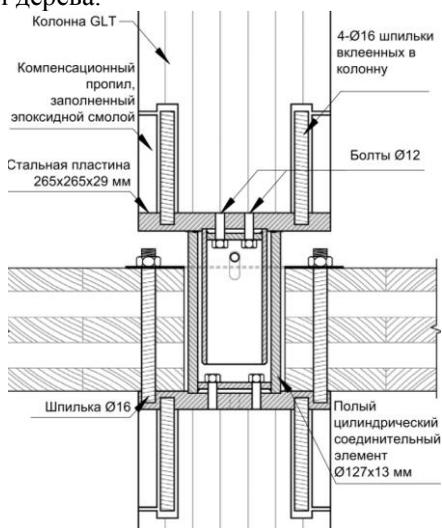
Название	Описание	Вид
GLT – glue-laminated-timber (клееный ламельный брус)	Это склеенные по плоской части полоски шпона. Материал используется для колонн, рам, ферм. Технология позволяет делать практически неограниченные по длине пролеты и любые формы [1].	 <p>Рис.1. GLT</p>
CLT – cross-	Склеенные перпендику-	

<p>laminated-timber(перекрестно-клееные панели)</p>	<p>лярно друг другу слои пиломатериала. В составе, обычно, от 3 до 9 слоев. Используется в качестве стен и перекрытий в панельно-сборном строительстве.</p>	 <p>Рис.2.CLT</p>
<p>NLT – nail-laminated-timber (гвоздевой слоистый лесоматериал)</p>	<p>Материал с соединением соседних элементов массива на гвоздь, шпильку, скобу или шуруп длиной в 3 толщины ламели. Используется в качестве настила для полов производственных, складских и общественных зданий.</p>	 <p>Рис.3.NLT</p>
<p>LVL - laminated veneer-lumber (брус, склеенный из шпона)</p>	<p>Изготавливается в виде плит, досок, брусев шириной до 15 м, длина не ограничивается. Применяется в большепролетных сооружениях (балки, фермы), для изготовления дверей, опалубки. Производится в России.</p>	 <p>Рис.4.LVL</p>
<p>PSL – parallelstrand-lumber (параллельно-волоконистый брус)</p>	<p>Брус, склеенный из уложенных параллельно друг другу полос шпона длиной от 1000 мм. Здесь полоски шпона уже, чем в LVL, поэтому структура материала более неоднородная. Самый прочный материал. Используется в качестве колонн и балок в самых нагруженных местах [3].</p>	 <p>Рис.5.PSL</p>

По конструктивным системам [2] многоэтажные деревянные дома можно разделить на стеновые (“Forte” Австралия), каркасно блок-комнатные (“Treet” Норвегия), каркасные (“BrockCommons” Канада).

Рассмотрим конструктивные решения, принятые в 18-ти этажном студенческом общежитии “BrockCommons”. Здание выполнено слиянием двух материалов: железобетона и дерева.

Каждый из них выполняет свои незаменимые функции. Бетон используется в фундаменте, каркасе первого этажа, плите перекрытия над первым этажом и в двух лестнично-лифтовых узлах в виде ядер жесткости. Функция перекрытия заключается в распределении веса вышележащих деревянных конструкций на бетонные колонны и фундамент. Роль лестнично-лифтовых узлов - обеспечение необходимой жесткости конструкции для восприятия боковой ветровой и сейсмической нагрузок. Дерево, как основной материал здания, решает множество задач: улучшает экологию жилого пространства, ускоряет возведение, уменьшает нагрузки на фундамент. Для строительства использовались 3 композитных материала: CLT перекрытия по всей высоте здания, PSL колонны на участках с наибольшими напряжениями со 2 по 5 уровень, а в остальных местах GLT колонны. На сегодняшний день дерево по своим конструкционным характеристикам выходит на один уровень со сталью и бетоном. Композиции из этих материалов позволяют создавать шедевры, а Россия, имея светлые головы и добрые руки, может стать лидером в данной строительной отрасли.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карлсен Г.Г., Слицкоухов Ю.В. Конструкции из дерева и пластмасс. Москва: Стройиздат, 1986, 543 с.
2. Brock Commons Tallwood House
[<https://www.naturallywood.com/emerging-trends/tall-wood/brock-commons-tallwood-house>]

*Студент 4 курса 5 группы ИСА Нгуен Лам,
Студентка 4 курса 5 группы ИСА Рифки Линда
Научный руководитель – доц., канд.техн.наук,доц. И.К. Дмитриев*

ПУТЬ БИОНИКИ В СООРУЖЕНИЯХ ВЬЕТНАМА

Бионика является прикладной наукой которая основывается на использование законов и форм живой природы с целью установить взаимосвяз между физико-химическими и информационными процессами, встречающимися в технике, и соответствующими процессами в живой природе.



Рис. 1. Пагода на одном столбе

Архитектурная бионика стремится подарить людям уют и комфорт в пространстве который будет входить с резонансом внутреннего мира человека. С древних времён архитекторы вдохновлялись природой и заимствовали у неё линии, объёмы и органические форма что привело к необычной стилистике зданий. Ярким примерам древней архитектурной бионики является пагода на одном столбе. Она также называется башней цветка лотоса из за того что этот храм расположен с вередине пруда и по форме напоминает цветок которой считается символом чистоты в Буддической культуре.

Пагода построена целиком из дерева и основанна на каменном столбе диаметром 1,25 метра. Таким образом один каменный столб служит в качестве фундамента и показывает на сколько отличается архитектур-

ная бионика от простой архитектуры в плане строительства и проектирования.

Пагода сохраняет деревянную квадратную структуру с каждой стороны длиной 3 метра, четыре изогнутые крыши покрыты четырьмя головками головы дракона. Столб состоит из двух взаимосвязанных блоков диаметром 1,2 м и высотой 4 м не считая части, погруженной в землю. Вход в пагоду - небольшая лестница из кирпича.



Рис. 2. Самая уникальная архитектура Пагоды- деревянные балки, расположенные на одной колонне

Над колонной состоит система деревянных планок, образующих твердую структуру, прочно поддерживающую пагоду, которая выглядит как цветок лотоса, поднимающийся прямо из озера. Эта архитектура является достоверно уникальными характеристиками архитектурной бионика в древнем Вьетнаме.

Внутри пагоды статуя Гуань Инь Будда сидит на деревянном лотосе покрытый золотом в самом высоком положении. Над статуей Будды находится горизонтальная лакированная доска, напоминающая мечту короля Ли, ведущего к построению пагоды. Со двора до пола пагоды туристы пройдут 13 уклонов, с двух сторон кирпичной стены с каменной стелой, представляющей историю пагоды. Пагода на одном столбе была построена в середине пруда лотоса длиной 20 м с каждой стороны и низкой стеной. Хотя масштаб пагоды невелик, он приносит уникальную красоту. Возведенная только на возвышение, пагоды все еще может твердо стоять с течением времени.

Уникальная архитектура пагоды состоит в том, что весь храм основан на каменной колонне. Это смелое сочетание романтического и поэтического воображения через знаковый цветок лотоса и идеальные решения структуры с системой деревянных балок.

Ханойская Пагода на одном столбе построена в 1049 императором Ли Тхай Тонг и является одним из самых старых сооружений города Ханой. Это не только популярная туристическая достопримечательность, но и святое место куда ханойцы приходят молиться и просят детей у богине. Легенда гласит что императору, не имевшему наследников, приснилась богиня милосердия, сидевшая на цветке лотоса. Она передала ему новорожденного сына. Вскоре после этого Ли женился и у него родился сын. Благодарный правитель построил пагоду и воплотил в ней мотивы своего сна. Исходя из этого можно сказать что бионика отвечает духовным интересам человека, приносит душевное спокойствие, дарит внутреннюю гармонию, дает надежду и внушает веру в будущее.



Рис. 3. Богиня милосердия

Храм был реконструирован несколько раз из за воин и колонизации но сама архитектура осталась прежней. Чтобы попасть в пагоду нужно пройти по специальному мостику который считается одновременно лестницей а войти в неё невозможно из за её маленького размера. Ханойцы и туристы остаются на последней ступеньке и наклоняются статуе богин милосердия которая находится внутри пагоды.



Рис. 4. Мостик который ведет к пагоде

В заключении можно отметить, что пагода на столбе доказывает что бионика с древних веков применялась для строительства необычных зданий которые взаимодействовали с природой и с человеческой душой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Борискина И.В., Шведов Н.В., Плотников А.А.* Современные светопрозрачные конструкции гражданских зданий. Справочник проектировщика. Том II. Оконные системы из ПВХ
2. *Александров Ю.П., Марантиси И.Н., Соловьёв А.К. Стецкий С.В.* Проектирование светопрозрачных конструкций и естественного освещения зданий. Учебное пособие. М. 1984. С.3 – 114. 7.25 п.л., илл.
3. *Самойлов С.И., Соловьёв А.К.* Проектирование светопроемов в офисах и экономия энергии.// Светотехника, 2000. №1.

Студентка 5 курса 1 группы ИСА Рафеенко В.В.

Студентка 5 курса 2 группы ИСА Помыканова А.А.

Научный руководитель – проф., док. техн. наук В.И. Линьков

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МНОГОЭТАЖНОГО ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

«Всё новое – это хорошо забытое старое!» Можно так сказать об использовании в строительстве из поистине уникального материала – древесины. Ведь дерево является одним из самых первых материалов, который люди начали использовать для строительства домов. Со временем развития строительной отрасли во всем мире стали применять и другие материалы, такие как металл и железобетон. Индустриализация конструкций из этих материалов привела к тому, что они заняли ведущее место в строительной отрасли. Дерево ушло из рассмотрения в качестве материала для многоэтажного строительства. И это не совсем хорошо. Ведь хорошо известны положительные качества древесины, которые позволяют отзываться о ней, как об отличном конструктивном материале.

Древесина обладает многими качествами, которые на фоне других строительных материалов дают понять её превосходство.

Среди них:

- экологичность материала (древесина поглощает углекислый газ);
- относительно невысокий вес конструкции;
- прекрасные теплоизоляционные свойства;
- древесина имеет прекрасную способность пропускать воздух, что не маловажно для создания комфортной среды для проживания и нахождения людей;
- простота массового заводского изготовления;
- простота монтажа, которая приводит к уменьшению сроков возведения зданий;
- долговечность материала;
- надежность и безопасность.

Но все же мы хотим уделить внимание рассмотрению проблем, из-за которых многоэтажное деревянное строительство до сих пор не стоит на должном уровне.

Проблемы:

1. Обеспечение устойчивости многоэтажных деревянных зданий.

Клееные деревянные конструкции обладают малым весом ($450 - 500 \text{ кг/м}^3$) по сравнению с железобетоном (тяжелый бетон до $2500 - 3000 \text{ кг/м}^3$) и сталью (ок. 7800 кг/м^3), что влечет за собой невозможность их использования в чистом виде для высотного домостроения. Поэтому

для обеспечения их устойчивости, возможности сопротивляться ветровым и другим динамическим нагрузкам прибегают к использованию ядер жесткости из других материалов: элементы стальной облицовки, бетонные платформы, железобетонные конструкции. В Ванкувере (Канада) совсем недавно построено 18 – ти этажное здание студенческого общежития, где были использованы в качестве жестких элементов железобетонные фундаменты, лестнично–лифтовые шахты и 1этаж.

2. Отсутствие единой нормативной документации в области многоэтажного деревянного строительства.

В законодательстве РФ прописано, что допускается возведение деревянных зданий только лишь высотой не более 5 м и площадью, не превышающей 500 м². В каждой стране есть свои национальные стандарты в области строительства зданий из дерева. Для Норвегии нет ограничений по высоте здания, в Канаде и Швейцарии это здание не более 6 этажей (однако выше был приведен пример, для строительства которого был создан отдельный пункт в законодательстве), а во Франции вообще высота здания зависит от того, какую технологию будут использовать при строительстве.

Поэтому создание обновленной единой нормативной базы в области многоэтажного деревянного строительства крайне важно выполнить в ближайшие сроки для возможности дальнейшего развития этой области домостроения.

3. Огнезащита и пожаробезопасность.

Несмотря на то, что дерево считается одним из наиболее медленно разрушающихся материалов при пожаре, (в связи с тем, что оно медленно тлеет при горении), для продления его жизнестойкости или же предотвращения безвозвратного разрушения конструкции, используются различные средства огнезащиты, что позволяет называть клееные конструкции негорючими. Однако, вопрос о пожаробезопасности возвращает нас к предыдущей проблеме с нормативной базой – в нашей стране все еще используются старые стандарты, где конструкции из дерева рассматриваются как пожароопасные, что сильно ограничивает их применение в области многоэтажного домостроения.

4. Малая информированность потребителя о современных материалах из древесины и как следствие - недоверие к деревянным зданиям.

Существует распространенное мнение о подверженности древесины гниению, повреждению насекомыми, пожарная опасность, высокая деформативность и малая несущая способность. Однако, произведенные по современным технологиям конструкции, которые прошли обработку соответствующими составами в большей степени разрушают сложившиеся стереотипы. В связи со сложившимся общественным мнением

спрос на данный вид зданий невысок. В европейских странах этот вопрос стоит не так остро как в России.

5. Необходимость внедрения инноваций в сферу обработки древесины и изготовления конструкций на ее основе, потребность в квалифицированных кадрах.

В настоящее время нет достаточного спектра специалистов, работающих с этим материалом. По частному строительству выбор велик, но что касается многоэтажного, то здесь чувствуется неосведомленность в различных тонкостях применения древесины. Также отсутствуют прогрессивные решения. Например, в железобетонных и стальных конструкциях есть общепринятые конструктивные узлы, чего нельзя сказать о деревянных конструкциях.

6. Проблема скорости возобновления ресурсов и неравномерного распределения по территории.

Ни для кого не секрет, что древесина хоть и возобновляемый ресурс, но все же, время ожидания роста дерева достаточно велико. Разные виды деревьев растут с разной скоростью. В среднем подразумевается, что от 60 до 100 лет приходится ожидать обновления вырубленного лесного участка.

Рассмотрев проблемы, с которыми сталкиваются инженеры и строители во многих странах, хочется верить в то, что в скором времени в России, как и в ряде других стран, найдут решение проблемам деревянного многоэтажного строительства. Потенциал развития такого формата недвижимости у нас пока низкий, так как для создания подобных проектов требуются специалисты определённого уровня, которых в России пока нет. Новое направление в строительстве открывает достаточно перспектив, например, заметное увеличение вакантных рабочих мест и быстроналаживаемое производство.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные.
2. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений.
3. Проект СП «Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования и строительства». – М.: Минстрой России, 2017.

УНИКАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ ИЗ ДЕРЕВА

Здания, в которых стены, перекрытия и другие конструктивные элементы выполнены из древесины, называются деревянными. Люди издавна использовали древесину в качестве строительного материала. Древесина имеет ряд преимуществ, таких как: прочность, лёгкость, низкая теплопроводность, экологичность и возобновляемость. Наряду с очевидными преимуществами, древесина обладает недостатками, обусловленными натуральностью этого материала. Без надлежащей обработки материал подвержен впитыванию влаги и гниению. Кроме того, древесина горюча и неоднородна по строению. Современные способы обработки древесины сильно отличаются от тех, что использовались в древности. Вместо льняного масла, дёгтя и шлифовки вручную теперь используют разнообразные лаки, краски, синтетические смолы и шпатлёвку. Современные сооружения из дерева поражают функциональностью и разнообразием форм, и размеров, ничуть не уступая сооружениям из металла, бетона и стекла. Рассмотрим самые необычные и впечатляющие строения из дерева.

Павильон *Endesa* в Барселоне. *Endesa Pavilion* был разработан специалистами из *Iaac* совместно с электроэнергетической компанией *Endesa*. Здание не просто уникально по внешнему виду, но его эксплуатация предусматривает экономичное использование энергоресурсов –



Рис. 1. Павильон Endesa

в здании установлены солнечные батареи и другие системы экологических smart-технологий, являющимися передовыми в архитектуре современности. Эко-часовня *Kamppi Chapel* в Хельсинки – творение архитектурного бюро *K2S Architects*. «Часовня тишины» - такое название закрепилось за этим небольшим храмом у местных жителей. И небезосновательно, ведь благодаря акустическим свойствам древесины и отсутствию окон, внутреннее помещение позволяет полностью абстрагироваться от уличных шума и суеты. Древесина, которую использовали при отделке фасада и внутреннего интерьера часовни, была доставлена из близлежащих лесов, что одновременно экономично, и облегчило организационные работы.



Рис.2. Эко часовня Kamppi Chapel



Рис.3. Система освещения

Необходимый уровень инсоляции обеспечивается полукруглым зенитным фонарём. За счет такой своеобразной системы освещения, систем кондиционирования и вентиляции и большой толщины стен, дизайн представляется ещё более экологичным, так как значительно снижается потребление энергии. Изгибающийся фасад часовни сконструирован из рядов горизонтальных гнутых еловых реек и обработан нанотехнологичным прозрачным пигментированным воском. Каркас здания составлен из массивных балок из клеёного соснового бруса.

Общинная церковь в Кнарвике. Необычная, с точки зрения архитектуры, церковь была построена в горах Норвегии. Стремление гармоничного сочетания современной постройки с окружающей природой было ведущим в работе бюро *Reiulf Ramstad Arkitekter*. Остроконечная форма церквушки и длинные узкие окна, расположенные на боковых фасадах делают её похожей на скалу и оптически удлиняют конструкцию.



Рис.4. Церковь в Кнарвике

Компактное внутреннее пространство разделено на два этажа. На верхнем этаже расположено святилище, а нижний этаж занимает культурная и административная части. Общая вместительность здания – 500 человек. Святилище отделено от атриума стеклянными скользящими дверьми, что создаёт эффект увеличения пространства. Внутренняя отделка также выполнена из дерева, способствуя созданию уютной и тёплой атмосферы в зале. Огромные зонтики из дерева *Metropol Parasol* в Севилье. Метрополь Парасоль (Metropol Parasol) – самое крупное сооружение из дерева в мире. Огромное сооружение в футуристическом стиле расположено среди жилых кварталов в центре одного из популярнейших для туристов городов Испании. Площадь всего комплекса – 5 000 м². Высота его крыш, образованных волнообразной сеткой, достигает 26–28 метров.

По этой причине комплекс видно на удалении более 10-ти кварталов. Основанием для внушительной верхней площадки служат мощные «деревья» - ветвеобразные деревянные колонны, имеющие бетонное основание. Внутри колонн расположены лифты и лестницы, ведущие на обзорные террасы, расположенные на крыше. Отсюда видны крыши и купола исторических кварталов Севильи, мосты через Гвадалквивир, Кафедральный собор, современные многоэтажки, вплотную подступающие к старому центру.



Рис.5. Зонтики Metropol Parasol

На сегодняшний день самыми популярными являются клееные изделия из древесины. В результате использования новейших технологий расширяются возможности применения материала. Современные методы обработки направлены на сведение к минимуму недостатков, сохраняя при этом полезные свойства. Пиломатериалы можно наделять идеальной геометрией, формоустойчивостью, чистой поверхностью. Клееные конструкции могут перекрывать пролёты до 36-ти метров.

Дерево – природный материал, биологически совместимый с людьми и животными. Деревянные здания имеют самый благоприятный микроклимат, а уровень вредных выделений материала минимален. Наряду с экологичностью древесины, привлекательными являются и её строительные свойства, и архитектурно-эстетическая выразительность. Можно смело сказать, что один из древнейших строительных материалов вновь приобретает популярность во всём мире.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ковальчук Л.М. «Производство деревянных клееных конструкций 3-е издание», 2005 г.
2. Бойтемиров Ф.А., Головина В.М. Улицкая Э.М. – Учебное пособие для ВУЗов «Расчёт конструкций из дерева и пластмасс 3-е издание», 2017г.

МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ СТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ

Усиление стальных стропильных ферм требуется в случаях увеличения нагрузок от покрытия, снеговой нагрузки, крепления дополнительного технологического оборудования, установки грузоподъемных механизмов или увеличения их характеристик, в результате износа и ослабления элементов конструкций, а также в следствие повреждений при эксплуатации.

Необходимость усиления стальных ферм должна подтвердиться путем проведения расчетов с учетом их фактического состояния. Наиболее частым дефектом является искривление стержней. Способы усиления стальных ферм в случаях выявления вышеуказанного дефекта довольно разнообразны.

Широко применяемым методом является усиление стальных стропильных ферм путем увеличения сечения их стержней. При использовании такого способа, на этапе проектирования желательно сохранять центровку в узлах ферма, она не должна превышать 1,5% высоты сечения стержня.

Усиление сжатых стержней возможно и при постановке шпренгелей, уменьшающих расчетную длину стержней.

Данный способ повышает устойчивость стержней только в плоскости фермы и его обычно используют при незначительном увеличении усилий или при искривлении стержня в плоскости фермы.

Возможен также и способ усиления растянутых стержней, путем установки предварительно напряженной затяжки. Такой метод применяют при необходимости значительно увеличить нагрузки на всю конструкцию.

Каждый из двух вышеуказанных методов имеет свое назначение, область применения и особенности.

При расчете и выборе способа усиления эту информацию необходимо учитывать.

Для того, чтобы сделать вывод о целесообразности применения каждого из методов, рассмотрим их основные особенности, представленные в табл. 1.

Таблица 1.

Методы усиления стержней стальных стропильных ферм

Метод	Увеличение сечения стержней	Изменение конструктивной схемы
Область применения	усиление стержней, имеющих дефекты, повреждения, обладающих недостаточной прочностью, жесткостью и устойчивостью	усиление отдельных стержней или фермы в целом при увеличении действующих эксплуатационных нагрузок
Особенности метода	- может производиться как без предварительного разгрузки, так и при полном разгрузении - желательно сохранять центровку	- данный метод представляет собой сложную задачу, требующую тщательного анализа - возможно превращение в совершенно новые конструктивные формы - установка дополнительных элементов

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *В.В. Горев и др.* Металлические конструкции, Том 2: Конструкции зданий. 2002 г.
2. *Бирюлев В.В.* Проектирование Металлических Конструкций. Спецкурс. 1990
3. Усиление металлических балок, ферм и прогонов. [<http://tehlib.com/rekonstruktsiya-zdanij-i-sooruzhenij/usilenie-metallicheskih-balok/>]

РАСЧЕТ РАМНЫХ УЗЛОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

В связи со строительством объектов-гигантов Ямал СПГ и Амурский ГПЗ возникает необходимость применения международной практики в стальном строительстве, а именно – применение в России упрощенных конструкций стальных узлов в любом сочетании сечений примыкающих балок и колонн. Причина применения полужестких узлов при расчете рам является снижение веса всего металлокаркаса на 12-14% [5] за счет учета податливости жестких узлов. Проблема исследования состояла в применении европейских норм и руководств для расчета компонентов узлов, не отраженных в российских нормах и руководствах и сравнительный анализ расчета по европейским и российским нормам и руководствам. Целью является определение малоисследованных, опасных и неиспользованных областей несущей способности узлов в комбинации усилий и моментов, в частности получить значения остаточных пластических деформаций в узлах; выработка практических рекомендаций для применения серии узлов как для европейской, так и для российской практики. Особенно рассмотрено образование остаточных пластических деформаций. Пластическая работа полужестких узлов имеет крайне важное значение, рассмотрена во многих отечественных исследованиях [1]

Для увеличения достоверности результатов проверки в ANSYS были получены истинные диаграммы растяжения материала стали С345 на основании инженерной диаграммы растяжения приведенной в СП16.13330.2017.

BEAM TO COLUMN MOMENT CONNECTION-EMHF TYPE

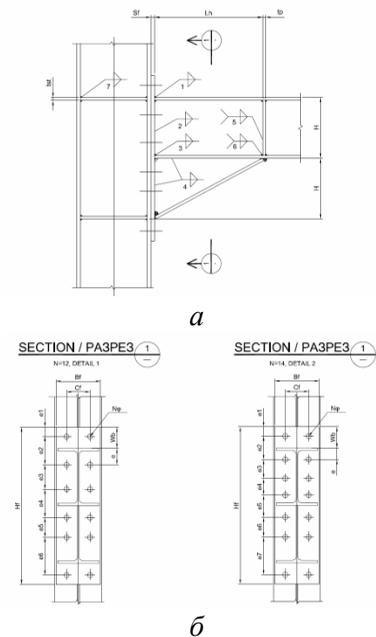


Рис. 1. Рамный узел из европейской практики
а) Вид «сбоку»,
б) Вид «спереди»,

Для высокопрочных болтов и сварочного материала были применены билинейные диаграммы расширения стали с упрочнением. Коэффициент трения принят по проекту $\mu=0,3$. Подходящий ригель – 80Ш2 по СТО АСЧМ 20-93, Колонна – 40К3 по СТО АСЧМ 20-93. Болты – М27 40Х, с преднапряжением $P_b=244\text{кН}$.

На данном проведенном примере выполненном ручным способом, несущая способность рамного узла рассчитанного по Еврокоду несет на 36% больше, чем по российским нормам. Данная эффективность достигается за счет допущения локальных пластических деформаций в 5% (EN 1993-1-5 приложение С параграф С.8 примечание 1).

Под максимально допустимой для российских норм нагрузкой локальные пластические деформации не превышают условного предела упругости с остаточными деформациями $\epsilon=0,2\%$. Что показывает, что несущая способность увеличена в европейских нормах за счет условного снижения усталостной живучести. Данный факт ставит перед европейской и российской строительной наукой необходимость более подробного обоснования и выявления необходимого и достаточного

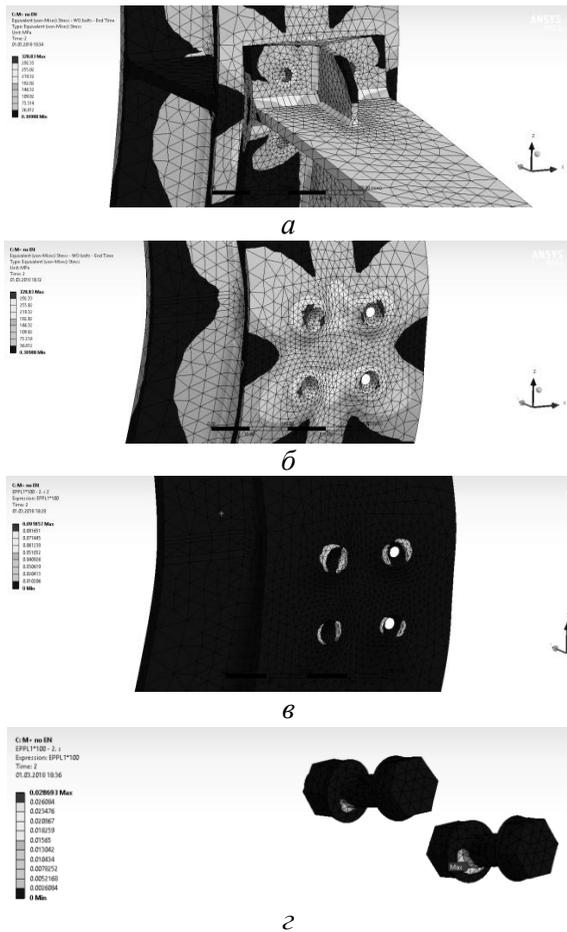


Рис. 2. Результаты расчета на нагрузку $M_y = 1492 \text{ кН}\cdot\text{м}$
 а) Общие эквивалентные напряжения; б) Эквивалентные напряжения по полке колонны, в) Остаточные пластические деформации в полке колонны; г) Остаточные пластические деформации в высокопрочных болтах

уровня усталостной живучести стальных рамных узлов, т.к. 5% остаточные деформации могут привести во многих случаях к ускоренному разрушению узла даже при малоцикловых расчетных нагрузках.

Значения полученные по МКЭ указывают на тот факт, что в узле имеется значительный запас прочности, который достигается за счет применения истинных диаграмм деформации металла. Результаты показывают, что при нагрузке допускаемой отечественными нормами [1] при $M=1093 \text{ кН*м}$, остаточные деформации составляют $\epsilon_{пл}=0,089\%$ для пластин и $0,027\%$ для болтов. При нагрузке допускаемой еврокодами [2][3] при $M=1492 \text{ кН*м}$, остаточные деформации составляют $\epsilon_{пл}=0,092\%$ для пластин и $0,029\%$ для болтов. Данное исследование показывает значительные отличия от результатов полученных с применением диаграмм растяжения стали по Прандтлю или билинейных с упрочнением для основного материала, в связи с чем требуются дальнейшие исследования выявленных ресурсов в работе стальных рамных узлов и натурные испытания для определения истинной работы узла и выработки принципиально новых методик расчета узлов. Целью дальнейших исследований должен быть так же учет усталостных требований, вероятностью возникновения расчетных нагрузок за расчетный срок эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Туснина В.М. Податливые соединения стальных балок с колоннами // Инженерно-строительный журнал. 2017. № 5(73). С. 25–39.
2. *BSI*. BS EN 1993-1-8:2005. Eurocode 3: Design of steel structures. Design of joints,
3. *Steel Construction Institute*, Publisher. Joints in Steel Construction. Moment-resisting Joints to Eurocode 3. 2013
4. *ВНИПИ Промстальконструкция*, Рекомендации по расчету, проектированию, изготовлению и монтажу фланцевых соединений стальных строительных конструкций, 1989
5. Naario, Jaakko & Heinisuo, M. (2010). Minimum cost steel beam using semi-rigid joints. *Journal of Structural Mechanics*. 43. 1-11.