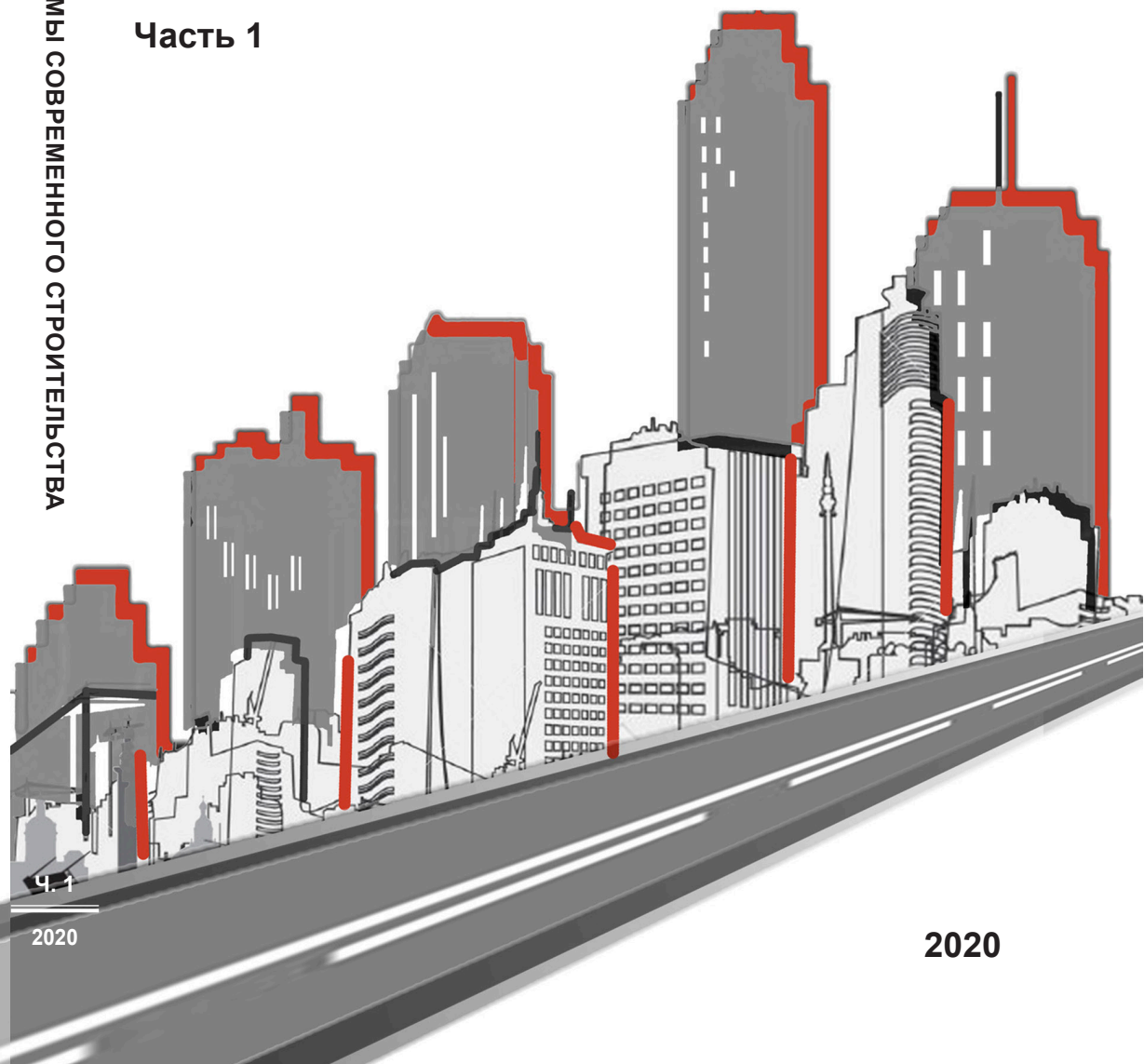




АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Часть 1

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА



2020

2020

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Часть 1

Сборник научных трудов студентов, аспирантов
и молодых ученых

Санкт-Петербург
2020

УДК 69(063)

А 437

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *А. Г. Тамразян*

(Национальный исследовательский

«Московский государственный строительный университет», Москва);

канд. архит., доцент *С. В. Клименко*

(Московский архитектурный институт, Москва)

Актуальные проблемы современного строительства : сборник научных трудов студентов, аспирантов и молодых ученых : в 2 ч. – Ч. 1. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2020. – 245 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1105-0

ISBN 978-5-9227-1106-7

В сборнике представлены труды студентов, аспирантов и молодых ученых Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета.

Редакционная коллегия:

проректор по научной работе *И. В. Дроздова* (председатель),

декан архитектурного факультета *Ф. В. Перов*,

и. о. декана автомобильно-дорожного факультета *А. В. Зазыкин*,

декан строительного факультета *А. П. Панин*,

декан факультета инженерной экологии и городского

хозяйства *И. И. Суханова*,

и. о. декана факультета экономики и управления *В. В. Виноградова*,

декан факультета судебных экспертиз в строительстве

и на транспорте *Д. В. Иванов*,

специалист *Е. Н. Волошина* (ответственный редактор)

Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ

ISBN 978-5-9227-1105-0

ISBN 978-5-9227-1106-7

© Авторы статей, 2020

© Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020

© Дизайн обложки: *Е. Измайлова, Т. Попова*

АРХИТЕКТУРА

УДК 721

Дарья Владимировна Бойцова,
аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: boytsova.dv@gmail.com

Darya Vladimirovna Boytsova,
postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: boytsova.dv@gmail.com

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ В СТРУКТУРЕ НАУЧНО-ТУРИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ АРХЕОЛОГИИ

FORMATION OF PUBLIC SPACES IN THE STRUCTURE OF SCIENTIFIC-TOURIST CENTERS OF ARCHAEOLOGY

В статье рассматривается роль общественных пространств в учреждениях, реализующих функции археологического туризма. Определены современные тенденции формирования общественных пространств и их базовые характеристики. Выявлены типы многофункциональных пространств, приведены особенности их организации в структуре центров археологии. Отмечен вектор влияния объемно-планировочной организации помещений общественного назначения на архитектурный образ здания центра. Выявлены особенности формирования интерьерных решений публичных пространств с использованием ассоциативного компонента. Приведены примеры организации таких помещений и открытых площадок в мировой практике проектирования и строительства центров археологии.

Ключевые слова: общественные пространства, архитектура, центр археологии, современные тенденции, научно-туристический центр.

The article considers the role of public spaces in institutions that implement the functions of archaeological tourism. Modern trends in the formation of public spaces and its basic characteristics are defined. The types of multifunctional spaces are identified, and the features of its organization in the structure of the centers of archaeology are given. The vector of influence of space-planning organization of pub-

lic spaces on the architectural image of the center building is marked. The features of forming interior solutions of public spaces using the associative component are revealed. Examples of the organization of such spaces and open areas in the world practice of design and construction of the centers of archeology are given.

Keywords: public spaces, architecture, center of archeology, modern trends, scientific-tourist center.

Научно-туристический центр археологии является объектом многополярного значения, который привлекает различные социальные группы для участия в мероприятиях археологического туризма и обеспечивает эффективное проведение исследований в области археологии. Общественные пространства как средство организации деятельности посетителей и сотрудников центра имеют важнейшее значение также в формировании архитектурно-планировочной и объемно-пространственной структуры комплекса.

Современные тенденции в области развития инфраструктуры археологического туризма определяют общественное пространство как многофункциональный элемент, который может использоваться в качестве рекреационной, коммуникационной, выставочной зоны или служить местом проведения массовых мероприятий. Анализ опыта проектирования и строительства многофункциональных центров археологии показал, что организация общественных пространств базируется на синтезе функций и образной составляющей концепции.

Общественные пространства, как правило, являются частью коммуникационного каркаса здания или комплекса и представляет собой систему открытых и закрытых площадок многофункционального назначения. Можно выделить следующие типы пространств, наиболее используемые в архитектуре современных комплексов:

1. Многофункциональный вестибюль «служит началом внутреннего архитектурного пространства здания, где формируются людские потоки, и создается первое впечатление о комфортабельности здания» [1]. Эффективное использование данного пространства в структуре центра археологии обуславливается интеграцией дополнительной выставочной или событийной функции путем трансформации помещения, сохраняя его основное назначение.

2. Атриум – тип архитектурной композиции помещения, представляющий собой крытый внутренний двор, вокруг которого группируются разнообразные по функции помещения. Атриумное пространство, отражая современные тенденции здания можно создать максимально гибким, используя трансформируемые перегородки, отделяющие аудитории от галерей, которые находятся вокруг атриума (рис. 1) [2]. В структуре центра археологии атриумы находят применение как в посетительских, так и служебных зонах, имеют преимущественно небольшие размеры и рекреационное назначение.

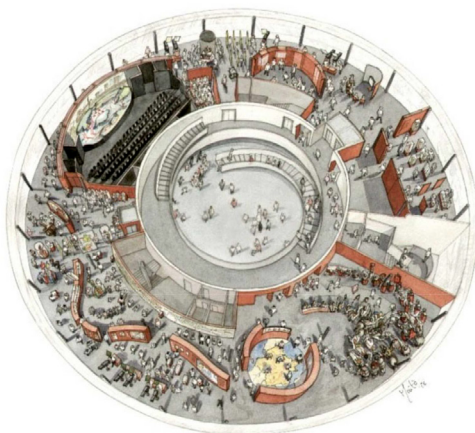


Рис. 1. Эскиз планировочного решения с атриумом.
Центр археологической интерпретации *Alesia* (Франция)

3. Галерея – линейное и протяженное крытое или открытое пространство, используемое в качестве коммуникационного элемента, объединяющего различные функциональные зоны или их части. В архитектуре центров археологии галерея часто является композиционной осью комплекса и обладает особой художественной выразительностью, отражающей основную идею концепции. Пространство галереи также может использоваться в качестве выставочной или рекреационной зоны.

4. Эксплуатируемая кровля находит широкое применение в качестве открытого общественного пространства в структуре центров археологии. Она может служить смотровой площадкой, рекреационной зоной и местом проведения событийных мероприятий (рис. 2). В структуре центра археологии, эксплуатируемая зеленая кровля часто является элементом благоустройства и имеет непосредственную коммуникационную связь с территорией комплекса, без необходимости использования его внутренних пространств. «Зеленые крыши позволяют защитить кровельное покрытие от разрушения под воздействием ультрафиолетовых лучей, механических повреждений; снижать расходы на кондиционирование летом и отопление зимой; повышать эстетическую привлекательность фрагментов здания или сооружения в целом» [3].



Рис. 2. Кровля центра археологии и этнографии *Moesgaard Museum* (Орхус, Дания)

5. Открытые площадки в структуре центра археологии имеют важное значение, как элементы реализации событийной функции. В зависимости от назначения они могут отличаться размером, формой, уровнем доступа и приватности. Основной функцией открытых площадок является проведение массовых событийных мероприятий: концертов, театрализованных представлений, фестивалей, исторических реконструкций, ярмарок и пр. Также на тер-

ритории многофункционального комплекса могут располагаться детские, досуговые и спортивные площадки. Открытые площадки формируются как элементы благоустройства территории центра, взаимосвязанные между собой и другими функциональными зонами комплекса.

В интерьере общественных пространств центров археологии активно применяются ассоциативные элементы, связанные с историей места. Они находят интерпретационное выражение в объемно-пространственной композиции помещений, в цветовой гамме и текстуре используемых отделочных материалов, а также в предметном наполнении. Например, в центре интерпретации наскальной живописи *Lascaux IV* (Монтиньяк, Франция) (рис. 3), архитектурный образ основной галереи олицетворяет горный разлом, ассоциированный с пещерными находками и передает посетителю соответствующее визуальное ощущение. Галерея объединяет залы наскальной живописи, имитирующие пещеры, тем самым создавая цельную образную концепцию центра археологии.



Рис. 3. Интерьер галереи центра интерпретации наскальной живописи *Lascaux IV* (Монтиньяк, Франция)

«Важно повышать внимание к ценностно-смысловым акцентам, возникающим, когда человек включается в ту или иную пространственную среду, и насыщающим ее художественно-эстетическим компонентам, создавать дружественную и комфортную для общения атмосферу, формировать сообщество, объединенное чувством привязанности к своему пространству и причастности к социокультурным событиям [4].

Одной из актуальных тенденций в гуманизации общественных пространств является использование экологических элементов в эстетике помещений. «Привнесение природных компонентов в интерьерную среду становится синтезом художественных и технических задач, средств и приемов реализации дизайнерской идеи, сложнейшим актом комплексной архитектурно-дизайнерской и инженерной деятельности» [5].

Научно-туристические центры археологии могут входить в состав археологических, тематических, природных парков или быть самостоятельными единицами специализированной инфраструктуры, что отражается на интенсивности использования открытых или закрытых общественных пространств в структуре центра. Удельные вес открытых площадок в составе парков достигает 90% от общей площади публичной зоны, тогда так в стесненных условиях города, приоритет отдается закрытым пространствам.

Немаловажную роль в формировании соотношения закрытых и открытых площадок в структуре центра играет группа природно-климатических факторов. Особенности температурно-влажностного режима и микроклимат местности определяют требования и принципы организации общественных пространств, которые учитывают обеспечение необходимого уровня инсоляции и естественной вентиляции, возможность сквозного проветривания или аккумуляции тепла. Принимая во внимание особенность расположения большинства научно-туристических центров археологии, необходимо обеспечивать высокую степень энергоэффективности данных комплексов, и, в частности, закрытых общественных пространств, как мест наибольшего скопления людей.

В зависимости от функциональной схемы комплекса, общественное пространство может являться композиционным центром или частью полицентричной системы пространств. Объемно-планировочная структура элементов данной системы определяет материальную оболочку здания, степень его архитектурной выразительности, использование уместных композиционных приемов в формировании фасадных и интерьерных решений. Эволюция общественных пространств в зданиях культурно-туристического назначения отвечает современным тенденциям в индустрии туризма и определяет вектор дальнейшего ее развития.

Литература

1. Саакян Л. А., Вышегородских Б. А. Анализ предметного наполнения общественных пространств многофункциональных зданий // Всероссийская научно-практическая конференция «ДИСК-2017»: сборник материалов. М., 2017. С. 193–196.
2. Гордина Е. Ж. Атриумные пространства в высотных зданиях. Этапы развития [Электронный ресурс] // Архитектон: известия вузов. 2009. № 4(28). URL: http://archvuz.ru/2009_4/4 (дата обращения: 04.04.2020).
3. Истомин Б. С., Туркина Е. А. Архитектурный потенциал пространства крыш многоэтажных жилых зданий // Жилищное строительство. 2013. № 10. С. 28–31.
4. Захарова Е. Е. Общественные пространства как факторы социокультурного развития локальных территорий // Вестник культуры и искусств. 2017. № 2(50). С. 122–127.
5. Личманюк Н. Н. Экопсихологические подходы к работе в дизайне среды // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. Хабаровск, 2010. Т. 2. С. 318–322.

УДК 69.001.5

Анна Олеговна Коробова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: anytapskov96@mail.ru

Anna Olegovna Korobova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: anytapskov96@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО- ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЦЕНТРОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

FEATURES OF ARCHITECTURAL AND SPATIAL SOLUTIONS OF BUILDINGS OF SCIENTIFIC RESEARCH CENTERS FOR THE ARCTIC CONDITIONS

В настоящее время в мире возрастает интерес к изучению природы и культуры северных регионов планеты, в частности Арктики. В связи с этим возникает потребность в новых типах зданий, отличающихся от зданий для стандартных условий. Один из типов таких зданий – научно-исследовательские центры, которые призваны обеспечить комфортные условия для научной деятельности и проживания в суровом климате. На формирование таких зданий влияют множество факторов, таких как климатические условия, нетипичные сочетания функциональных зон, а также расположение вдали от урбанизированных территорий. Все эти явления в совокупности приводят к формированию нового узнаваемого архитектурного образа зданий и демонстрируют пользу научного подхода к формированию.

Ключевые слова: здание, климат, формирование, конструкции, научно-исследовательский центр.

Currently, there is an increasing interest in the world in studying the nature and culture of the northern regions of the planet, in particular the Arctic. In this regard, there is a need for new types of buildings that differ from buildings for standard conditions. One of the types of such buildings is research centers, which are designed to provide comfortable conditions for scientific activities and living in harsh climates. The shaping of such buildings is influenced by many factors, such as climatic conditions, atypical combinations of functional areas, as well as location away from urban areas. All these phenomena together lead to the formation of

a new recognizable architectural image of buildings and demonstrate the usefulness of a scientific approach to shaping.

Keywords: building, climate, shaping, structures, research center.

Северные регионы Земли в настоящее время являются объектом пристального внимания ученых, так как они сравнительно мало изучены, а также представляют значительные возможности для изучения климата, геологии и других природных явлений. В связи с этим появилась потребность в новом типе зданий, а именно здании научно-исследовательского центра. Особенность таких зданий состоит в том, что в условиях изоляции от больших поселений они должны совмещать в себе множество функций (жилую, научную, коммунально-бытовую и общественную), а также обеспечивать комфортные условия для длительного непрерывного нахождения людей и соответствовать условиям сурового климата. Такие требования являются нетипичными для большинства зданий, поэтому проектирование научно-исследовательских центров для северного климата представляет собой пример нового комплексного подхода к проектированию и демонстрируют примеры грамотного учета климатических условий в проектировании.

Для рассмотрения особенностей архитектурно-пространственных решений зданий научно-исследовательских центров были выбраны несколько аналогов, а именно станция «*Princess Elisabeth*» в Антарктиде, Бразильский исследовательский центр Антарктики им. Команданте Ферраз, База Санаэ, военно-научная база РФ «Арктический трилистник» и станция Станция Амундсен-Скотт на южном полюсе. Все эти здания были построены в конце 20 – начале 21 века и являются примерами архитектуры экстремальных условий.

Основной и самой заметной отличительной чертой северных зданий является их форма. Форма этих зданий в большинстве случаев компактная, состоящая из простых геометрических фигур без острых углов, и представляет собой параллелепипед со срезанными или закругленными углами (рис. 1).



Рис. 1. Пример типичной формы здания НИЦ

Это обусловлено в первую очередь требованиями энергоэффективности (максимальный объем при минимальной площади поверхности), так как через острые углы и выступающие части зданий происходят наибольшие теплопотери. Кроме того, простая форма здания позволяет сделать его конструктивную систему модульной, что облегчает компоновку различных функциональных зон и, при необходимости, их изменение. Для уменьшения негативного влияния ветра один или несколько фасадов здания (расположенные со стороны наиболее повторяемого направления ветра) зачастую имеют плавное соединение с кровлей без парапета, этот прием сокращает площадь поверхности, подверженной влиянию направленного воздушного потока, а значит сокращает теплопотери. С точки зрения защиты от снеготаносов такая форма здания также выгоднее любой другой (за счет сокращения площади горизонтальных и вертикальных поверхностей, так как на первых скапливается снег, а вторые способствуют отложению снега на поверхности земли вблизи здания [1]). Если площадь здания достаточно большая, то расположение всех функциональных зон в одном объеме повышает нагрузку на фундамент (за счет неустойчивости вечномёрзлых грун-

тов, склонных к горизонтальным смещениям), в таких случаях здание обычно разделяют на отдельные корпуса, соединенные между собой крытыми переходами. Переходы могут иметь значительно большую площадь остекления, чем основные объемы здания. Обычно такие здания состоят из главного (общественного) блока, отличающегося от других размерами и архитектурным решением, и нескольких одинаковых жилых или рабочих блоков, расположенных вокруг него. Основными вариантами расположения таких блоков являются форма трилистника, которая позволяет минимизировать протяженность крытых переходов между составными элементами здания, и линейная форма, которая больше подходит для перемещаемых или временных зданий, так как облегчает доступ к любой части здания для изменения общей композиции.

Отличительной чертой всех зданий научного назначения в условиях северного климата является конструкция их фундаментов, которые представляют собой пространственный металлический каркас, поднимающий здание на высоту от 3 до 10 метров. Это обусловлено, в первую очередь, особенностями грунтов в северных регионах (в условиях вечной мерзлоты нежелательна передача тепловой энергии от здания к грунту, так как это может привести к таянию льда и смещению фундамента, поэтому площадь контакта между зданием и поверхностью земли необходимо минимизировать [2]). Также такой тип фундамента препятствует образованию снегозаносов вблизи здания, так как позволяет потокам воздуха свободно проходить под зданием, не замедляясь. В некоторых случаях поверхность земли под зданием искусственно понижают для усиления описанного эффекта. Геометрическая конфигурация свай фундамента отличается от типичной вертикальной системы, вместо нее используются группы свай, расположенных под разными углами к вертикали и опирающихся на землю в одной точке, что позволяет уменьшить количество свай и площадь контакта поверхности здания с грунтом без потери геометрической неизменяемости системы (рис. 2).



Рис. 2 Станция «*Princess Elisabeth*» в Антарктиде

Металлические основания зданий не всегда прочно закреплены в одной точке. Примером необычной конструкции основания является английская научно-исследовательская станция *Halley VI* (рис. 3). Это здание расположено в зоне нестабильных грунтов и опирается на плоские металлические конструкции, которые лежат на поверхности вечной мерзлоты и обеспечивают устойчивость здания за счет большой площади опирания конструкций и смещению центра тяжести здания в его нижнюю треть. Эти конструкции обеспечивают возможность свободного перемещения здания с помощью специальной техники, что позволяет компенсировать постоянное движение поверхности ледника в сторону моря. Станция *Halley VI* состоит из нескольких самостоятельных блоков (одного основного общественного и нескольких жилых), которые при перемещении можно собрать в другой последовательности в зависимости от функциональных требований. Таким образом, это здание демонстрирует отличную приспособляемость к изменяющимся условиям среды, а значит является примером «устойчивой» архитектуры.

Ширина корпуса северных зданий обычно довольно велика и составляет 20–25 метров для жилых или рабочих зон и 30–40 метров для общественных или производственных блоков. Увеличение ширины корпуса ухудшает освещенность помещений, находящихся в центре здания, поэтому в кровле зданий обычно устраивают проемы или оптические световоды.



Рис. 3. Научно-исследовательская станция *Halley VI*

В суровых условиях северного климата важно сделать здания максимально независимыми от традиционных источников энергии, поэтому в их конструкциях предусматривается место для установки солнечных батарей, ветрогенераторов или другого оборудования, использующего альтернативные источники энергии. Солнечные батареи обычно располагаются на наклонной грани южного фасада или на наклонной кровле с южной стороны. Так как в северных широтах солнце поднимается над горизонтом относительно не высоко (примерно 20°), размещение солнечных батарей на фасаде более выгодно, особенно с учетом того, что на фасаде вероятность образования снеготаносов ниже, чем на кровле [3].

Важным отличием здания для северных регионов является его площадь остекления. Несмотря на то, что площадь остекления в таких зданиях должна быть минимизирована и составляет обычно около 15 % от площади фасада, входные зоны в них часто имеют сплошное витражное остекление, но их стеклянные стены не являются именно стеной здания, а только отделяют от внешней среды обширную буферную зону (тамбур), за которой расположена уже основная стена. Это распространенный прием в северном строительстве, так как он позволяет организовать плавный пере-

ход между внешним и внутренним пространством, а также разнообразить архитектурный образ здания за счет различных сценариев остекления. Кроме входных зон, такой прием используется также для зон отдыха и буферных пространств, в которых требования к температуре помещений не такие строгие, как в рабочих и жилых зонах. Остекленная стена обычно располагается на стороне здания, минимально подверженной воздействию ветра. Среди существующих зданий научно-исследовательских центров наиболее распространены два способа компоновки оконных проемов на фасаде – ленточное остекление в виде узкой полосы в верхней части фасада или отдельные узкие оконные проемы, равномерно распределенные по всей плоскости стены. Чередование этих двух способов позволяет создать визуальное различие между помещениями различного функционального назначения в условиях не богатого выбора средств архитектурной выразительности.

Выбор отделочных материалов для фасадов здания зависит от двух основных факторов. Первый это повышение энергоэффективности, а именно максимальное поглощение тепловой энергии солнца, поэтому наиболее распространенный отделочный материал для северных зданий НИЦ – металлические фасадные панели, зачастую окрашенные в темные цвета. Этот материал не требует «мокрых» процессов при монтаже, что позволяет возводить здания в любое время года, а также не страдает от осадков и скопления водяного конденсата на поверхности стены.

Все перечисленные особенности зданий научно-исследовательских центров в северных регионах складываются в узнаваемый архитектурный образ, ставший уже типичным для существующих зданий этого назначения. Этот образ является примером ярко выраженного влияния внешних средовых факторов на архитектурно-пространственное решение здания, и демонстрирует тот факт, что для каждого определенного сочетания среды и функции существует однозначный набор конструктивных, композиционных и планировочных решений. Распространяя этот принцип проектирования на другие условия и другие функции, можно добиться

максимальной эффективности и логичности проектирования и приспособления здания к окружающей среде не только в экстремальных, но и в обычных условиях.

Литература

1. Сарвут Т. О. Принципы формирования среды обитания в арктическом регионе. М.: Академия, 2011. 126 с.
2. Полуй Б. М. Архитектура и градостроительство в суровом климате. СПб.: Стройиздат, 1989. 154 с.
3. Бадьин Г. Н. Технологии строительства и реконструкции энергоэффективных зданий. М.: Эксмо, 2005. 274 с.

УДК 338.48

Яна Вадимовна Елизарова,

аспирант, ассистент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: y.v.elizarova@gmail.com

Yana Vadimovna Elizarova,

postgraduate student, Teaching Assistant

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: y.v.elizarova@gmail.com

ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ

POTENTIAL OF THE TOURIST INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT IN THE ARCTIC REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION

Российской Федерации принадлежит самый большой сектор Арктики. Занимая одну пятую часть от всей территории страны, Арктический регион России развивается в экономическом и геополитическом направлении, являясь крупнейшей территориальной и минерально-сырьевой базой. В то же время сфера туризма в Арктической зоне Российской Федерации недостаточно развита, учитывая, что популярность данного направления у путешественников растет с каждым годом. В данной статье рассмотрены существующие проблемы туризма, такие как труднодоступность, короткий туристический сезон, высокая стоимость, а также предпосылки для устойчивого развития туристической деятельности, с учетом необходимости научного подхода.

Ключевые слова: Арктика, Арктическая зона РФ, туристическая инфраструктура, арктический туризм, экстремальные условия, арктическая экосистема.

The Russian Federation owns the largest sector of the Arctic. Occupying one fifth of the entire territory of the country, the Arctic region of Russia is developing in the economic and geopolitical direction, being the largest territorial and mineral resource base. At the same time, the tourism sector in the Arctic zone of the Russian Federation is not sufficiently developed, however the popularity of this destination among travelers is growing every year. This article discusses the existing problems of tourism, such as inaccessibility, short tourist season, high cost, as well as the prerequisites for the sustainable development of tourism activities, taking into account the need for a scientific approach.

Keywords: Arctic, Arctic zone of the Russian Federation, tourism infrastructure, Arctic tourism, extreme conditions, Arctic ecosystem.

Арктика становится все более популярным направлением для путешествий. Каждый год число арктических туристов в мире растет в связи с увеличением внимания со стороны различных медиа, улучшением инфраструктуры, повышением качества туристических услуг. Так в Исландии с 2008 г. число туристов выросло в 6 раз. Рост туристического потока происходит неравномерно, например, Аляска, Швеция и Финляндия привлекают более 2 млн туристов в год, в то время как Юкон (главное направление арктического туризма в Канаде) посещает только 200 тыс. туристов. По мере распространения информации и популяризации севера, у многих людей появилась цель «хотя бы раз посетить Арктику».

Несмотря на увеличение популярности, Арктические регионы России труднодоступны для туристов. Развитие массового туризма в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) началось недавно. Первая туристическая экспедиция состоялась в мае 2011 г. на ледоколе из Архангельска на Новую Землю. В 2019 г. на архипелаге Земля Франца-Иосифа побывали 1306 туристов. Стоимость экспедиции на Северный полюс с посещением архипелагов составляет 2 млн. рублей, такая цена значительно сокращает туристический поток. Туры в российскую Арктику ограничиваются сезонными факторами, путешествия возможны только в летние месяцы, ког-

да путь для судов освобождается ото льдов. Так как инфраструктура на островах отсутствует, туристов высаживают на берег на несколько часов в организованных местах, остальное время они проводят на борту. Альтернативы ледоколам практически нет, так как отсутствует развитое транспортное железнодорожное и автомобильное сообщение, а существующая аэродромная сеть давно заброшена. Также недостаточно развита, либо отсутствует туристическая инфраструктура в северных городах. Однако, самостоятельные путешественники посещают Арктику. Нерегулируемый поток туристов прибывает на неприспособленные территории, что является угрозой для хрупкой арктической экосистемы, сильно подверженной антропогенному фактору.

Арктика – регион, интересный с точки зрения экономического потенциала. На ее территории имеется большое количество полезных ископаемых, например, угля, меди, никеля, урана, золота, алмазов природного газа и нефти. Заинтересованность экономики России подтверждает и то, что правительство РФ разработало и утвердило план развития инфраструктуры Северного морского пути (СМП) до 2035 г. [1].

Арктика – это привычная среда обитания для коренных малочисленных народов, которые на протяжении многих тысяч лет адаптировались к жизни в экстремальных климатических условиях. Также это дом для людей, которые приехали работать в Арктику и решили остаться.

Другие приарктические государства воспринимают Арктику как ценный туристический продукт с особой экологической системой и культурой, в то время как в России большее внимание обращено на территориальные и сырьевые ресурсы.

Россия – мировой лидер по площади территории, страна с большим потенциалом. Это относится ко всем сферам деятельности, в том числе и туристической. Российской Федерации принадлежит самая большая часть Арктики. Сектор России занимает 44 % от общего водно-территориального пространства (в границах полярного круга). Протяженность береговой линии более 22 тыс. км.

Арктическая зона составляет 18 % от общей территории Российской Федерации, где проживает менее 2 % населения. Средняя плотность приблизительно равна 0,6 человека на один квадратный километр территории.

В соответствии с указом Президента Российской Федерации от 02.05.2014 № 296 (ред. от 27.06.2017 и от 13.05.2019 № 220) «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» определены сухопутные территории Арктической зоны Российской Федерации [1]. Арктическая зона Российской Федерации включает в себя 9 регионов (рис. 1):

1. Мурманская область.
2. Республика Карелия.
3. Архангельская область.
4. Ненецкий автономный округ.
5. Ямало-Ненецкий автономный округ.
6. Республика Коми.
7. Красноярский край.
8. Республика Саха (Якутия).
9. Чукотский автономный округ, а также земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане.



Рис. 1. Арктическая зона Российской Федерации

Каждый из 9 регионов имеет свою специфику и уникальность (особенности климата, природные объекты, культура, исторические памятники и т. д.). При развитии туристической инфраструктуры необходимо учитывать особенности каждого региона.

Арктика привлекает своей отдаленностью и неизвестностью – необузданная дикая местность, отдаленная от цивилизации с экстремальными климатическими условиями. Профессор шведского университета Сиан Даффи утверждает, что открытие полярных регионов было «открытием отсутствия, открытием бесчеловечного». [...] тихая, холодная пустота» [2, с. 104]. Он утверждает, что регионы были враждебны не только к человеческой жизни, но и к самому воображению. Вблизи полюса можно увидеть уникальные природные явления, такие как полярная ночь с северным сиянием и бескрайние ледяные пустыни.

Природа российской Арктики уникальна и разнообразна. Арктическая зона РФ включает в себя 10 природных зон, сменяющих друг друга с севера на юг. Каждая из них отличается своей флорой и фауной. Например, арктическая пустыня представляет собой пространства, покрытые ледниками и обломками камней. Растительность там практически отсутствует, только мхи, лишайники и некоторые злаки. Наземную фауну представляют такие животные как белый медведь, песец, северный олень и т.д. Климат очень суровый (арктический), средняя температура зимой -40°C , летом $+3^{\circ}\text{C}$. В отличие от арктической пустыни южная тундра характерна заболоченными низменностями с кустарниково-ягодной растительностью. В южной тундре более богатый животный мир: снежные бараны, овцебыки, волки, лисицы, зайцы и т. д. Климат южной тундры субарктический, средняя температура зимой -25°C , летом $+9^{\circ}\text{C}$. Таким образом, путешествуя по российской Арктике можно охватить все разнообразие северной природы.

На территории Арктической зоны РФ встречаются редкие виды животных и растений, занесенные в Красную книгу, большинство из них обитают на охраняемых территориях. Площадь особо охраняемых территорий (ООПТ), их примерная площадь

50 млн га, что составляет около 10 % от общей площади российской Арктики (рис. 2).

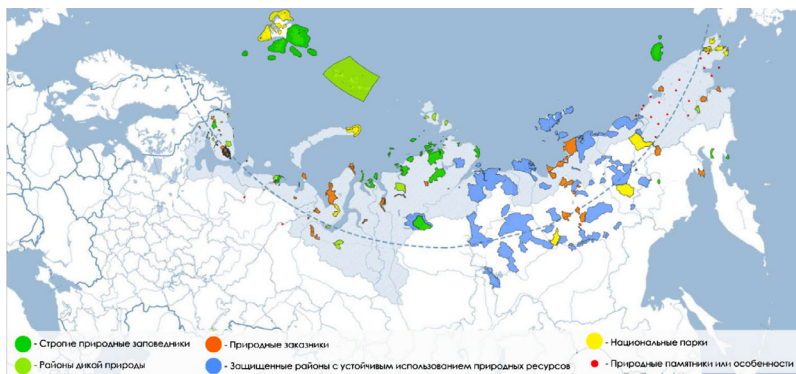


Рис. 2. Расположение особо охраняемых природных территорий на территории Арктической зоны РФ

Одной из недавно зарегистрированных охраняемых территорий стал национальный парк «Русская Арктика», который является самой северной и самой большой особо охраняемой территорией в России. Парк включает в себя острова и архипелаги, привлекающие туристов своей незатронутой человеческой деятельностью природой.

Арктическая зона РФ занимает важное место в историческом и культурном развитии России. Здесь проживает самое большое число коренных малочисленных народов Севера. На территории российской Арктики по разным данным насчитывается от 11 до 19 северных народов: поморы, саамы, ненцы, коми, чукчи, якуты и другие, которые сохранили специфичность уклада жизни в современном мире. Большая часть из них образует небольшие кочующие поселения, другие проживают в поселках и городах. В российской Арктике насчитывается 135 населенных пунктов, где в каждом проживает более тысячи человек. Города такие как Мурманск (292,6 тыс. человек), Норильск (181 тыс. человек),

Воркута (54,3 тыс. человек) являются самыми крупными городами в мире, которые расположены за полярным кругом. Однако численность населения в них с каждым годом уменьшается (таблица).

Население арктических регионов

№	Приарктические государства	Население 2013 г. (тыс. человек)	Население 2020 г. (тыс. человек)
1	Россия	2 502	1753,6
2	США	710	731,5
3	Канада	120	150
4	Исландия	311	340
5	Норвегия	466	398
6	Дания (Гренландия)	58	56
7	Финляндия	184	180
8	Швеция	260	250
	Итого в 7 приарктических странах	2 109	2 105,5
	Итого в Арктической зоне	4 611	3 859,1

В таблице представлены данные о состоянии численности регионов на 1 января 2020 г. [3]. Если сравнить данные о населении за 2013 г., стоит отметить, что численность Арктической зоны РФ значительно сократилась. В то время как в других странах, в большинстве, численность населения осталась прежней или увеличилась.

Несмотря на большую площадь территории и ее потенциал, российская Арктика остается мало востребованной туристами. Ее труднодоступность и неразвитая инфраструктура не позволяют сделать Арктику популярным туристическим направлением в России. Арктическая зона РФ имеет все предпосылки для развития таких видов туризма как экстремальный, событийный, культурно-

познавательный, экологический и т.д. Нестандартные направления притягивают путешественников, любителей экстремальных впечатлений и новых уникальных маршрутов. Правильно сформированная инфраструктура может позитивно влиять на регион и людей, населяющих его, предотвращая негативное антропогенное воздействие на экологию Арктики.

Литература

1. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=102349446> (дата обращения: 07.02.2020).
2. Duffy C. The Landscapes of the Sublime 1700-1830: Classic Ground. Springer, 2013.
3. Плотность населения России по регионам. Самые густонаселенные и малонаселенные регионы России. URL: http://www.statdata.ru/nasel_regions (дата обращения 05. 05. 2020).
4. Лукин Ю. Ф. Российская Арктика в изменяющемся мире: монография. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. С. 28–29.
5. Васильева И. О., Муратова М. Н. Развитие туризма в Арктике // МНИЖ. 2016. № 11-2 (53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-turizma-v-arktike> (дата обращения: 07.05.2020).

УДК 721

Елизавета Михайловна Иванова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: lizochka_ivanova@mail.ru

Elizaveta Mikhailovna Ivanova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: lizochka_ivanova@mail.ru

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОЙ СРЕДЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВОКЗАЛОВ

PRINCIPLES OF FORMATION OF THE PUBLIC ENVIRONMENT OF RAILWAY STATIONS

Вокзал является не только точкой притяжения людей, но и неотъемлемой частью города – его визитной карточкой. Зачастую именно они складыва-

ют у приезжих первое впечатление о городе, а иногда в целом и о всей стране. Поэтому такие сооружения должны соответствовать определенным требованиям архитектурной композиции. В современных условиях формирования городов активно увеличивается нагрузка на их транспортно-дорожную сеть и повышенное внимание уделяется развитию транспортных развязок, которые несут в себе много дополнительных функций. Всегда была острая необходимость изучения здания железнодорожного вокзала с учетом формирования на его территории общественных пространств.

Ключевые слова: вокзал, город, формирование, притяжения, людей, общественных.

The station is not only a point of attraction for people, but also an integral part of the city – its hallmark. In the current conditions of the formation of cities, the load on their transport and road network is actively increasing and increased attention is paid to the development of transport interchanges, which carry many additional functions. There has always been an urgent need to study the building of the railway station, taking into account the formation of public spaces on its territory.

Keywords: station, city, formation, attraction, people, public.

Проектирование общественных зданий – сложный и одновременно интересный вид работы в архитектурно-строительном проектировании. В общественном здании, как правило, сосредотачивается большое количество людей. Это накладывает повышенную степень ответственности на проектирование подобных сооружений. Необходимо учесть множество факторов влияющих на комфортное пребывание людей и на их безопасность.

Планировка и оборудование зданий в обязательном порядке также должны обеспечивать беспрепятственный доступ и обслуживание маломобильных граждан, в том числе пользующихся креслами-коляской.

Особенности проектирования функциональных связей в общественных зданиях в каждом случае зависят от функционального назначения этого здания.

Современные комплексы общественных зданий многофункциональны, поэтому грамотное проектирование функциональных связей различных групп помещений с учетом поведения посетителей и обеспечения максимального комфорта – особенно важно.

При проектировании общественных зданий важной частью работы является разработка интерьеров, так как это напрямую связано с комфортом посетителей, их поведенческим фактором и как следствие экономической эффективностью здания.

В архитектуре вокзал чаще всего рассматривается как отдельное здание; иногда в виде триединого комплекса – площадь – здание – станция; реже в системе железнодорожного узла города. Взаимосвязь же этого динамичного общественного образования с городом, редким исключением, выпадает из поля зрения. Вокзал и станция – это тот же город, и отношение к ним должно строиться на тех же основах, что и другим общественным центрам. Вокзал каждого города обладает потенциальными возможностями. Это своего рода зародыш, из которого в зависимости от внешних условий может впоследствии вырасти крупный многофункциональный комплекс.

Под вокзалом понимается комплекс зданий, сооружений и устройств, необходимых для обслуживания пассажиров дальнего следования, расположенный на одной железнодорожной станции (пассажирском остановочном пункте) с единым административным подчинением. Вокзал включает:

- пассажирское здание и павильоны;
- пассажирские платформы с навесами или без них;
- переходы через железнодорожные пути (вокзальные переходы) в одном или в разных уровнях;
- малые архитектурные формы и визуальные коммуникации.

Отдельный вокзал в зависимости от местных условий может иметь не все перечисленные выше составляющие его элементы.

Основное технологическое назначение вокзала – это обеспечение безопасного, быстрого и удобного обслуживания пассажиров при оформлении проездных документов, а также во время ожидания поезда; посадки и высадки из вагонов; кратковременного обслуживания пассажиров прибытия, а также встречающих и провожающих. При проектировании вокзалов особое внимание должно быть уделено вопросам удобной, безопасной и быстрой пересад-

ки пассажиром с одного вида транспорта на другой. Например, с железнодорожных поездов на внутригородские (местные) виды транспорта (автобусы, метро и др.) и в обратном направлении.

Наряду с вокзалом, комплексно рассматриваются следующие технологически связанные между собой элементы:

- привокзальная площадь (прилегающая к вокзалу территория со стороны населенного пункта) с подъездами и подходами к вокзалу, остановочными пунктами общественного и индивидуального транспорта, местами парковки, автостоянками, элементами благоустройства;

- перрон с размещаемыми на нем железнодорожными станционными (перронными) путями, платформами, переездами и переходами через железнодорожные пути, другими устройствами;

- служебно-технические и вспомогательные здания и сооружения железнодорожной станции, по возможности, объединяемые или блокируемые с пассажирскими зданиями вокзалов на основе взаимосвязанного технологического и архитектурно-композиционного решения.

При разработке проектов вокзалов надлежит:

а) предусматривать необходимый по местным условиям состав элементов вокзала, с целью обеспечения безопасного, удобного, удовлетворяющего санитарно-гигиеническим и др. требованиям обслуживания пассажиров, включая инвалидов и другие маломобильные группы населения в любое время года при минимальных затратах времени на выполнение операций, связанных с отправлением или прибытием пассажиров;

б) обеспечивать четкую технологичность размещения и взаимосвязи элементов вокзала, разделение основных потоков пассажиров разных категорий и направлений, багажа на привокзальной площади, в пассажирском здании и на платформах, а также потоков разных видов транспорта;

в) учитывать природно-климатические, топографические, культурно-исторические, национальные и другие особенности района строительства;

г) предусматривать, преимущественно в теплое время года, когда потоки пассажиров, как правило, значительно увеличиваются, возможность технологического обслуживания пассажиров (и с целью экономии капитальных и эксплуатационных затрат) вне пассажирского здания на открытом воздухе, широко применяя навесы, ветрозащитные стенки, малые архитектурные формы и пр.;

д) учитывать архитектурно-композиционный характер застройке станции и привокзальной площади (прилегающей территории) другими зданиями и сооружениями. Добиваться архитектурной выразительности вокзала художественно правдивыми и экономичными средствами, отвечающими современной направленности архитектуры, большее внимание уделять вопросам технической эстетики и благоустройства;

е) предусматривать передовые методы обслуживания пассажиров и широкое, экономически оправданное использование прогрессивных средств механизации, автоматизации и компьютеризации для выполнения операции по обслуживанию пассажиров, уборке территории, помещений и платформ, транспортировке багажа и т. п.;

ж) добиваться экономичности в строительстве и эксплуатации вокзалов, используя вариантный метод проектирования для разработки оптимального функционального и архитектурно-планировочного решения вокзалов; предусматривать применение прогрессивных конструкций, строительных и отделочных материалов, технологического и инженерного оборудования, передовых методов строительства.

Основными принципами формирования общественного пространства должны стать следующие:

- формирование комплексных транспортных узлов, включающих несколько транспортных систем, вызванное строительством скоростных железнодорожных линий и введением других новых транспортных систем — линии скоростного городского трамвая, монорельса и др.;

- формирование общественно-транспортных узлов, в которых начинают доминировать культурно-образовательные, развлекательные, деловые учреждения;
- формирование рекреационно-транспортных узлов, включающих в себя крупные парково-ландшафтные системы;
- формирование экологичного направления развития вокзального комплекса.

Таким образом, вокзал должен адаптироваться под новые реалии. На первый план выходят функции, которые помогают путешественникам быстро решать непрерывный поток текущих задач: сервисы (от банков до многофункциональных центров услуг), покупки (товары в дорогу и сувениры) и деловые услуги (зоны с бесплатным wi-fi и зарядкой устройств). И архитектура, и функциональное наполнение современных вокзалов – отражение темпа и стиля жизни горожан. Реконструкция и реконцепция исторических зданий позволит по-новому ответить на запросы жителей и гостей города, придать вокзалам особый статус – не только визитной карточки и памятника с открытки, но современного, функционального пространства с востребованной актуальной инфраструктурой.

Литература

1. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений / Госстрой России. М.: ГП ЦПП, 2014.
2. СП 417.1325800.2018 Здания железнодорожных вокзалов.
3. Железнодорожный транспорт: Энциклопедия. М.: Большая Российская энциклопедия, 1994.
4. История железнодорожного транспорта России. Т. 1, 2. СПб., 1994, 1997.
5. Богатырев В. М. Вокзалы. М., 2010.
6. Гольденберг Ю. А. Автовокзалы и пассажирские автостанции. М.: Транспорт, 2012.
7. Херцег К. Проектирование и строительство автобусных и железнодорожных станций. М., 2010.
8. Явейн И. Г. Архитектура железнодорожных вокзалов. Всероссийская Академия художеств. М.: Издательство Всесоюзной Академии архитектуры, 1938. 304 с.

УДК 349.41

Дарья Владимировна Иванова, студент
Анна Алексеевна Мартыненко, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 18000421@edu.spbgasu.ru,
18002497@edu.spbgasu.ru

Darya Vladimirovna Ivanova, student
Anna Alekseevna Martynenko, student
(Saint-Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 18000421@edu.spbgasu.ru,
18002497@edu.spbgasu.ru

ГРАЖДАНСКО-ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА В СЛОЖИВШЕЙСЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ. ДОМА-ГВОЗДИ

CIVIL-LAW PROBLEMS OF CONSTRUCTION IN THE EXISTING URBAN ENVIRONMENT

Строительство – деятельность, создающая повышенную опасность для окружающих и влияющая на права и интересы людей. Строительство можно рассматривать как отрасль деятельности людей и как объект гражданско-правового регулирования. Не последнюю роль в регулировании строительной деятельности играет наличие человеческого фактора. Важно учитывать объективное влияние человеческого фактора на постановку и разрешение гражданско-правовых вопросов строительства и осуществлять исключение необоснованного вмешательства государства и публично-правового регулирования в частноправовые вопросы строительной деятельности.

Ключевые слова: строительство, гражданско-правовое регулирование, юридическое регулирование, человеческий фактор.

Construction is an activity that creates an increased danger and affects the rights and interests of people. Construction can be considered as a branch of human activity and as an object of civil law regulation. One of the aspects in the regulation of construction activities is the presence of the human factor. It is important to take into account the objective influence of the human factor on the formulation and resolution of civil-law issues of construction and to exclude unjustified state interference and public law regulation in private law issues of construction activity.

Keywords: construction, civil law regulation, legal regulation, human factor.

Строительство – один из наиболее динамично развивающихся секторов экономики, имеющий особую социальную нагрузку. Строительная отрасль оперирует не только материальными и фи-

нансовыми ресурсами, но и включает в себя взаимодействие с интересами людей.

Ответственность за разрешение противоречий в сфере юридического регулирования строительства в современных условиях рыночной экономики лежит как на законодательном аппарате, так и на гражданах, которые являются собственниками земельных участков или построек. Для современной России, где частная собственность появилась относительно недавно, взаимодействие застройщика и собственника сопряжено с различными проблемами, зачастую связанными с недостаточно разработанным законодательством в данной сфере. Например, право застройки современному российскому законодательству неизвестно. Строительство на чужом земельном участке с возможностью приобретения впоследствии права собственности на возведенное здание осуществляется в настоящее время на основании таких ограниченных вещных прав, как право пожизненного наследуемого владения и право постоянного (бессрочного) пользования земельным участком, а также на основании обязательственного права – аренды земельного участка, предоставленного для строительства. В данной ситуации приобретает особую значимость своевременное создание теоретической базы, которая позволит максимально эффективно использовать новый для современного российского права институт.

Другая актуальная для России проблема – частая неспособность застройщика завершить строительство многоквартирного дома с привлечением денежных средств участников долевого строительства [1]. Невозможность продолжения строительства многоквартирных домов практически всегда обусловлена отсутствием у застройщика финансовых средств. Федеральный закон об участии в долевом строительстве, закрепляющий важные гарантии прав участников долевого строительства, содержит правовые коллизии, не позволяющие практически реализовать его нормы, и требует внесения соответствующих поправок.

Формирование в России за последние два десятилетия значительного объема норм, регулирующих градостроительную деятель-

ность, не решило всего спектра проблем, возникающих по поводу использования земель населенных пунктов. Огромное количество судебных споров, возникающих по поводу выделения земельных участков под застройку, уничтожения городских и пригородных зеленых зон, памятников истории, архитектуры при размещении инвестиционно-привлекательных объектов, хаотичного строительства коммуникаций, прочих инженерных сооружений без учета геологических условий и перспектив использования территории, подчеркивают назревшую необходимость комплексного исследования проблем правового регулирования градостроительной деятельности [2].

Исследование теоретических и практических проблем гражданско-правового регулирования градостроительной деятельности, прежде всего, обуславливается необходимостью обеспечения гармонизации частных и публичных интересов ее участников. Наличие человеческого фактора в данной сфере может как помочь разрешить определенные конфликты, так и усугубить их [3]. Примером подобного рода конфликта интересов может стать такое занимательное явление, как «дома-гвозди».

Дом-гвоздь – неологизм, пришедший из китайского языка. Он очень точно характеризует противоречивое явление: иногда при строительстве новых кварталов, дорог, торговых и бизнес-центров хозяева старых домов принципиально отказываются их покидать. В результате эти здания сохраняются, некоторые даже на протяжении многих лет, но сильно выбиваются на фоне окружающей архитектуры. Самое большое распространение данное явление получило в Китае, и неудивительно, ведь в Китае в период 2000–2010-х гг. темпы урбанизации, массового строительства были невероятно высоки. Люди отказывались покидать свои дома по разным причинам: кого-то не устраивала предложенная компанией-застройщиком компенсация, кто-то был слишком привязан к жилищу.

Приведем несколько историй «домов-гвоздей» и их хозяев.

Семья Ву из Чунцина (Китай) два года отказывалась освободить свой дом (рис. 1), в котором проживало три поколения их семьи. Застройщики решили прибегнуть к радикальным мерам,

вырыв карьер глубиной в 10 метров вокруг их дома, а также перекрыв подачу электричества и воды. Владельцам дома было предложено \$453 000 в качестве компенсации, но семья на тот момент отказалась от денежной суммы, угрожая при этом представителям властей, которые пытались их выселить. В итоге этого конфликта между Ву и застройщиком, здание в центре Чунцина было снесено 4 апреля 2007 г., а семья получила \$150 000 и новую квартиру.



Рис. 1. Дом семьи Ву (Чунцин, Китай)

Дом Эдиты Мейсфилд в Сиэтле (США) (рис. 2) прославился своей историей настолько, что послужил вдохновением для мультфильма «Вверх!». Женщине предлагали \$1 000 000, на что она ответила отказом. Застройщики долго и упорно пытались добиться ее согласия, но этого им не удалось. В результате, строители были вынуждены прекратить свои проекты.

Дом в Венлинге (Китай) (рис. 3) оказался посреди новой улицы в 2001 г. Пожилая пара, являясь собственниками, не соглашались продавать свое жилье за предлагаемую правительством цену. Тогда в обход дома была построена широкая многополосная дорога и железнодорожная станция. Но в 2012 г. владельцы дома пошли навстречу застройщику и согласились на снос дома и компенсацию в размере \$41 000.



Рис. 2. Дом Эдиты Мейсфилд (Сиэтл, США)



Рис. 3. Дом пожилой пары (Венлинг, Китай)

Дом Остина Сприггса в Вашингтоне (США) (рис. 4) также стал преградой на пути планов застройщика. Остин использовал собственность в качестве офиса для своей архитектурной фирмы. Застройщики предлагали за дом \$3 000 000, что значительно превышало оценочную стоимость здания в \$200 000. Предприниматель же отказался и посчитал выгодным для себя вместо убыточной архитектурной фирмы открыть в здании пиццерию и заполучить весь

поток офисных работников. Однако ему не удалось получить кредит в банке, что послужило причиной в 2011 г. согласиться продать дом за \$800 000.



Рис. 4. Дом Остина Спритса (Вашингтон, США)

Дом семьи Жао в Куньмине (Китай) (рис. 5) оставался единственным их всего жилого комплекса, который сносили для будущей застройки. Собственники отказывались соглашаться на переезд, так как дом был построен на государственной земле, а застройщик хотел считать компенсацию по другому стандарту, согласно которому размер компенсации был бы меньше. Не получив согласия, строители прибегли к тому, что 28 октября 2010 г. вырыли вокруг дома канаву, которая наполнилась водой в результате дождливой погоды. Эту преграду хозяевам дома приходилось преодолевать постоянно.

Между рулежных дорожек в японском аэропорту Нарита находится частный дом крестьянина, не пожелавшего продавать властям свой участок (рис. 6). Митингующие фермеры заставили застройщика отказаться от строительства аэропорта с тремя взлетно-посадочными полосами. В результате, владельцам удалось отстоять свою землю, а над их крышей ежедневно пролетают самолеты.



Рис. 5. Дом семьи Жао (Куньмин, Китай)



Рис.6. Частный дом крестьянина (аэропорт Нарита, Япония)

Вопрос «домов-гвоздей», возможно, в меньшей степени, чем в таких странах как Китай или США, но всё же актуален и в нашей стране. Согласно российскому законодательству, государственным и местным органам разрешено изымать принадлежащие гражданам на праве собственности жилые помещения с целью последующего сноса строений и освобождения земельных участков для государственных или муниципальных нужд. Но при этом закон обязывает компенсировать такое изъятие жилой площади у граждан.

Кроме того, предусмотрены виды компенсации, процедура изъятия жилья и предоставления взамен его равноценного обеспечения.

В случае, когда жилье сносит частный застройщик, то ситуация процесса может несколько измениться. Тогда застройщик должен добиться согласия переселенца, а как показывает явление «домов-гвоздей», это не всегда удается легко. Довольно часто граждане демонстративно отказываются покидать жилье или же предъявляют крайне завышенные запросы: требуют вместо одного дома несколько и т. д.

В качестве иллюстрации ситуации «домов-гвоздей» в России можно привести интересный пример: в 2004 г. в г. Омске в рамках строительства метромоста через реку Иртыш было принято решение снести несколько частных жилых домов и производственных объектов, препятствующих строительству, и заключить договоры на расселение с владельцами частного жилья. Проведению программы в установленные сроки помешали два момента. Первый – несвоевременное финансирование программы расселения. Второй преградой оказались махинации расселяемых жильцов с недвижимостью, самыми распространенными из которых стали фиктивные разводы. Ради получения дополнительной жилплощади переселенцы разводились и прописывали в частные дома посторонних лиц [4].

Данную проблему можно интерпретировать по-разному. С одной стороны, такое поведение людей есть стихийное сопротивление урбанизации, которая в некоторых частях планеты становится угрожающей. С другой стороны, хозяева «домов-гвоздей» становятся на пути прогресса и препятствуют развитию коммуникаций, часто из-за личной выгоды. Также важно понимать индивидуальность каждого подобного прецедента, учитывать морально-этические принципы.

Итак, проблема правового регулирования застройки как в России, так и за рубежом остро стоит в современном динамично развивающемся мире. Необходимо детально разработать и закрепить законодательство, определяющее права и обязанности

сторон-участников возможных спорных вопросов и обеспечить их выполнение [5]. Также в подобных конфликтах важно учитывать человеческий фактор, дать возможность разрешить возникающие разногласия путем компромисса, не допуская критического осложнения ситуации.

В результате проделанного анализа можно сделать вывод о том, что современное гражданское общество предполагает защиту граждан, их интересов и потребностей от незаконного вмешательства в их жизнь государства и его органов, защищает права и свободы личности. Не все ситуации, связанные с регулированием застройки, при наличии личностного фактора могут быть разрешены при помощи законодательства. Каждый человек, знающий о своих правах и обязанностях, имеет возможность повлиять на исход конфликта.

Литература

1. Оськина А. М. Гражданско-правовая ответственность застройщика в сфере строительства многоквартирных домов в Российской Федерации // Новый юридический вестник. № 7(14). 2019.
2. Карпов К. В. Основные направления научного исследования проблем гражданско-правового регулирования отношений в строительстве // Политика, государство и право. 2014.
3. Кабанова И. Е. Самовольные постройки: правовые проблемы и последствия сноса (муниципальный аспект) // Муниципальное имущество: право, экономика, управление. 2018.
4. Корнев А. Метромост развел городские семьи // Коммерсантъ (Омск). 2004. № 93. С. 12.
5. Коробков М. В. Проблемы и перспективы развития законодательства о долевом участии в строительстве // Образование и право. 2014. № 5–6 (57–58).

УДК 711.585

Вероника Игоревна Серебрякова, студент (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: veronika.serebriakova@gmail.com

Veronika Igorevna Serebriakova, student (Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: veronika.serebriakova@gmail.com

ПОТЕНЦИАЛЫ ПЕШЕХОДНОЙ УЛИЦЫ В ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ

POTENTIALS OF A PEDESTRIAN STREET IN A HISTORICAL BUILDING

Исторические кварталы и пешеходные улицы, как общественные центры, являются важными объектами для транслирования и поддержания идентичности городов. В данной статье на примере улицы Адмирала Фокина в историческом квартале Миллионка города Владивостока раскрываются возможные проблемы и потенциалы функционирования общественных пространств такого типа. В статье разбираются этапы программы развития данной территории, включается анализ существующей ситуации. Приводятся выводы по анализу тенденций мирового опыта проектирования по реорганизации пешеходных улиц и исторических кварталов. Намечаются направления дальнейшей работы с пешеходной улицей и историческим кварталом.

Ключевые слова: пешеходная улица, исторический квартал, многофункциональность, место самореализации, дизайн-код.

Historic neighborhoods and pedestrian streets as community centers are important sites for broadcasting and maintaining the identity of cities. This article, using the example of Admiral Fokin Street in the historical quarter of Millionka in the city of Vladivostok, reveals possible problems and potentials for the functioning of public spaces of this type. The article examines the stages of the development program for a given territory, and analyzes the existing situation. Conclusions are given on the analysis of trends in world design experience in the reorganization of pedestrian streets and historic quarters. The directions for further work with a pedestrian street and the historical quarter are outlined.

Keywords: pedestrian street, historic quarter, multifunctionality, place of self-realization, design code.

Активный рост интереса к городу Владивостоку – как к экономическому, социальному и политическому и культурному центру

всего Дальнего Востока – создает потребность в развитии и организации его открытых городских пространств.

Город, изначально основанный как военный пост, развивался во время строительства Владивостокской крепости. Тесно связанный с историей народов Востока город сохранил их артефакты, культуру, традиции, архитектуру. Все эти элементы стали неотъемлемой частью культуры и образа Владивостока. Повлияли на историю развития города.

Город активно развивается в туристической сфере, становится новым символом страны среди стран Азиатско-Тихоокеанского региона. При этом открытым общественным пространствам Владивостока уделяется минимальное внимание. Отсутствие их функционального наполнения и сценария использования создают хаотичность среды и разрозненный ландшафт.

В общей сетки городских пространств исторический центр Владивостока занимает особое место у горожан. Они связывают зарождение города с этим местом, любят его и стремятся проводить время на его территории. Улица Адмирала Фокина – один из главных пешеходных променадов исторической части города. Однако, его внешний вид весьма тривиален, а во многих местах вообще не удовлетворяет требованиям безопасности и доступности. Современному городу необходимо новое общественное пространство с возможным всесезонным использованием, а также разносценарной функциональной программой.

В таком контексте пешеходная улица Адмирала Фокина в историческом квартале Миллионка может стать новым современным городским пространством. Несущим историко-культурную ценность. Создающим сценарии и программы использования своей богатой историей и колоритным видом. Для это нужно профессионально и очень аккуратно работать с его наследием. Для создания нового уникального места – квартала Миллионка – который станет символом нового современного Владивостока. Площадкой для городских мероприятий, событий и новой комфортной точкой

притяжения для гостей и жителей города. Местом культурного развития и творческой самореализации.

Проектируемая улица Адмирала Фокина и исторический квартал Миллионка располагаются в центральной части города Владивостока. На данный момент Владивосток – это политический, культурный, научно-образовательный и экономический центр Дальневосточного региона, административный центр Приморского края.

Улица Адмирала Фокина является пешеходной улицей и находится во Фрунзенском и Ленинском районах города, между центральной набережной Спортивной Гавани Амурского залива и улицей Уборевича. Длина улицы – 800 метров. Она пересекает улицы Пограничную, Алеутскую, Океанский проспект, Уборевича. Местные жители называют улицу «Арбатом» и используют ее как главный пешеходный променад, ведущий к городской набережной Спортивной.

Улица Адмирала Фокина проходит посередине исторического квартала Миллионка. Застройка квартала преимущественно малоэтажная с жилыми и общественными функциями. В плане квартал представляет собой практически квадрат. Площадь участка вместе с улицей составляет 6 га.

В границах проектируемой территории находятся 26 объектов культурного наследия – жилые дома. В северной части квартала на месте разрушенных зданий сейчас организован сквер городовой-побратимов.

Улица Пекинская – именно такое название носила улица Адмирала Фокина до 1964 г. В 1867 г. улица Пекинская была нанесена на первый план города Владивостока, и тогда же разбита на местности и обставлена межевыми знаками. Названа Пекинской в честь Пекинского договора 2 ноября 1860 г. В сентябре 1964 г. на фоне охлаждения советско-китайских отношений улица была переименована в честь адмирала Фокина, который командовал Тихоокеанским флотом во Владивостоке в 1958–1962 гг.

Миллионка – обиходное название стихийно возникшего «китайского квартала» во Владивостоке. К концу 1910-х гг. большинство владивостокских китайцев проживало в кварталах, ограниченных с запада Семеновским базаром и берегом Амурского залива, с юга – ул. Светланской, с востока – ул. Алеутской. Эта часть Владивостока была известна как «большая и малая Миллионка». Многочисленные проулки, проходные дворы и деревянные галереи, переброшенные над головами прохожих – характерные черты квартала.

В настоящее время кварталы владивостокской Миллионки сохранились в той же конфигурации, что и были в начале XX в., с учётом постепенного разрушения в ходе эксплуатации. Во многих домах Миллионки не предоставляются коммунальные услуги, в подъездах сохранились деревянные лестницы, двери и межэтажные перекрытия, а также деревянная кровля, износ которых весьма велик. С 1990-х гг. городской администрацией не принимается никаких мер ни к ликвидации аварийного и ветхого жилья Миллионки, ни к ее реставрации с целью превращения в туристический район.

В 2004 г. на улице Адмирала Фокина была положена новая брусчатка и организованы фонтаны. Сейчас на улице плотный пешеходный поток, которому мешают стихийная парковка и неупорядоченный проезд автотранспорта. Уличной фронт наполнен коммерцией. Во дворах квартала располагаются хостелы, различные сервисы, коммерция и жилье. При этом там полностью отсутствует какая-либо ландшафтная организация, место находится в полуразрушенном состоянии.

В своем проектном подходе я выделяю главный предмет проектирования – это программа развития территории. Она включает в себя:

- выведение принципов классификации и сама классификация дворовых территорий исторического квартала, применение дизайнерского подхода в соответствии с классом двора;
- приспособление экстерьеров и интерьеров исторического фонда под музейно-выставочную функцию;

- консервация отдельных участков территории и исторических зданий с целью сохранения исходного вида памятников;
- проектирование инфоцентра в историческом фонде;
- создание дизайн-кода пешеходного променада и всего исторического квартала Миллионка;
- задействование существующего ландшафта.

Все слагаемые программы основаны на методах, с помощью которого планируется осуществлять проектирования пешеходной улицы и исторического квартала. Методы, они же задачи:

- выявить особо ценные объекты территории с целью их демонстрации и сохранения;
- задействовать существующие объекты культуры, инфраструктуры и коммерции, а также существующий ландшафт;
- создать условия для возможных сценариев использования территории: организация пространства, расчистка территории, защита от климатических особенностей, организация инженерных сетей и инфраструктуры, обеспечение доступа групп мпн, транспортное обслуживание;
- модернизация туристического потенциала;
- создать дизайн-код для организации квартала и спроектированных тематических маршрутов;
- изучение и вовлечение местных сообществ – организаторов и операторов, потребителей, инвесторов территории, их потребностей использования [1].

Механизмы воздействия проекта направлены на переосмысление исторического центра города, созданию его дизайн-классификации в проектных границах. Важным аспектом является и работа с местными сообществами, которые формируют и насыщают улицу и дворы пользователями и операторами места. Таким образом, у жителей и гостей города формируется новая ценность – современное удобное открытое городское пространство в контексте исторического центра [2].

При подборе проектных и идейных аналогов мной учитывались такие факторы как:

- наличие исторического контекста проекта;
- тип открытого городского пространства – пешеходная улица, двор, сквер;
- схожие климатические условия и особенности – обилие осадков, ветрозащита;
- масштаб объекта – центральный городской променад;
- соизмеримое количество пользователей и размер самого населенного пункта;
- многофункциональная программа использования территории (с использованием модульных сооружений и объектов);
- эстетическое восприятие и образность проекта.

Многую были выявлены категории для анализа мирового опыта: пешеходная улица, двор исторического центра и место самореализации. Данные характеристики конкретной территории проектирования в дальнейшем переложены на восприятие проектных аналогов:

- Пешеходная улица является главным связующим линейным пешеходным объектом между городом и территорией исторического квартала Миллионки. Улица в историческом центре, с приоритетом пешеходного движения задает вектор развития объекта и определяет параметры необходимых средовых элементов дизайна: освещение, малые архитектурные формы, долговечные материалы, навигационные элементы, уникальные объекты.

- Двор исторического центра не имеет четкого функционального ориентира. Все дворы нуждаются в классификации. Территории с жилыми и коммерческими проявлениями перемешаны с пустующими дворами. От классификации двора будет зависеть его дизайн.

- Место самореализации – выделенные дворовые территории для городского самоопределения, проявления городских сообществ, коммерческих и некоммерческих организаций [2]. Сейчас эти проявления хаотичны и точечны. Их наличие и востребован-

ность говорит о потребности в них жителей Владивостока. Таким местам нужен лаконичный средовой дизайн, обслуживающий конкретно выделенное место самоопределения.

На основе изучения и анализа мирового опыта проектирования были выведены современные тенденции по этим категориям после.

Для пешеходных улиц:

- использовать паттерн, цвет, тип мощения как распределитель потоков вело-пешеходного и автомобильного движения;
- выделять улично-торговый фронт, транзитные потоки и кулуары – зоны отдыха, так, чтобы они не мешали друг другу;
- разделять и зонировать места скамейками, боллардами, освещением, типами покрытий, навигацией;
- исключать вертикальные барьеры – все покрытия в единой плоскости;
- использовать долговечные, нескользящие материалы – кортен, фибробетон;
- использовать разноуровневое освещение [3];
- добавлять элементы игры для детей и взрослых [4];
- добавлять водные объекты в формате водных поверхностей и ручьев;
- организовывать пространство многоярусным озеленением – рядовые посадки деревьев, боскеты, кустарники, миксбордеры;
- умеренно добавлять уникальные элементы для айдентики места;
- вводить ограничение на проезд и парковку автомобилей [3].

Для дворовых территорий исторического центра:

- избегать имитации;
- переосмысливать историческую ценность – традиционные материалы, исторические артефакты;
- акценты на детали;
- использовать долговечные материалы – кортен, фибробетон [4];
- включать точечные цветные акценты;
- организовывать пространство многоярусным озеленением – деревья, боскеты, вертикальное озеленение;

- аккуратно интегрировать навигационные элементы;
- использовать несколько сценариев освещения: для создания атмосферы места, навигации, безопасности [3].

Потенциалы пешеходной улицы в историческом центре огромны. Улицы такого типа являются важным связующим объектом между пользователями и дворовыми территориями исторического города. Такие общественные пространства становятся достопримечательным местом города [1]. Они приглашают познакомиться с культурой и историей. Дизайн пространств данной конфигурации должен помогать раскрывать потенциал не только одного линейного объекта, но и сопутствующих пространственных единиц, которые были сформированы в определенных исторический период.

Литература

1. Джекобс Д. Смерть и жизнь больших американский городов. М.: Издательство «Новое издательство», 2015. 511 с.
2. Гейл Ян, Города для людей. М.: Концерн «Крост»; Альпина Паблишер, 2012. 263 с.
3. Landezine: Landscape Architecture Platform. URL: <http://landezine.com> (accessed on: 11.05.2020).
4. ArchDaily: architectural web site. URL: <https://www.archdaily.com> (accessed on: 11.05.2020).

УДК 726.5.03

Анастасия Владимировна Бергман,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: stasie_b@mail.ru

Anastasia Vladimirovna Bergman,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: stasie_b@mail.ru

АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЦЕРКВЕЙ СУРЬ ХАЧ В ГОРОДАХ СТАРЫЙ КРЫМ И РОСТОВ-НА-ДОНУ

COMPOSITION FEATURES OF THE MONASTERY OF SURB KHACH IN THE CITIES OF STARYI CRIMEA AND ROSTOV-ON-DON

В статье рассмотрены архитектурные особенности двух монастырей (церквей) Сурб Хач в городах Старый Крым и Ростов-на-Дону. При общем названии выявлены особенности, связанные с историей возникновения, семантикой, градостроительной ролью, композиционной схемой и стилистическим решением. Представлена сводная таблица со сравнительными характеристиками двух сооружений и графические материалы. В заключении работы на основании сравнительного анализа сделаны выводы, касающиеся черт архитектурного различия и общности рассматриваемых сооружений. Резюме работы выявляет некоторые аспекты преемственности традиций в архитектурной практике культовой архитектуры Армении, стилистические различия в зависимости от исторической эпохи.

Ключевые слова: исторический контекст, композиционная схема, объемно-планировочное решение, купол, портик, визуальная доминанта.

The article discusses the architectural features of two monasteries (churches) of Surb Khach in the cities of Old Crimea and Rostov-on-Don. With a common name, features associated with the history of occurrence, semantics, urban development role, compositional scheme and stylistic decision are revealed. A summary table with comparative characteristics of the two structures and graphic materials is presented. In conclusion, based on a comparative analysis, conclusions are drawn regarding the features of the architectural differences and the generality of the structures under consideration. The summary of the work reveals some aspects of the continuity of traditions in the architectural practice of the cult architecture of Armenia, stylistic differences depending on the historical era.

Keywords: historical context, compositional scheme, space-planning solution, dome, portico, visual dominant.

Когда армяне впервые появились в Таврике, достоверно не известно. Но активным их переселение в юго-восточную часть Крыма становится с XI века, после утверждения над полуостровом владычества Византийской империи. Считают, что в XIII в. здесь уже существовала армянская колония выходцев из города Ани. В этот период времени отмечена градостроительная деятельность, связанная с распространением христианства восточного толка. Однако, начиная с XIV в., в связи с политикой насаждения католицизма среди подданных генуэзской Газарии, происходит вытеснение инакомыслия. Армянское население, исповедующее апостольскую веру, вынужденно уходит из Каффы в другие части Крыма. Вероятно, именно с этим фактом связано основание монастырей – форпостов армянской апостольской веры в глубине полуострова. Так, в Солхате (современный Старый Крым) в XIV–XV вв. возникло четыре монастыря и девять церквей, одним из которых является монастырь Сурб-Хач (основан в 1338 г.). Удаленное от основных путей местоположение монастыря в отрогах гор определило крепостной характер его облика, органично связанного с окружающей средой. Архитектурная композиция воспринимается как продолжение природного ландшафта, объединяет все его разновременные части в единый комплекс. Церковь Сурб-Ншан (св. Знамения), кельи братского корпуса, трапезная, лестница создают ступенчатую перспективу, последовательно возвышающихся друг за другом архитектурных объемов. Церковь – образующая постройка монастыря – датируется 1358 г. На ее архитектурном облике сказались социальные условия поздневизантийского мира, который поставил перед зодчим новые задачи. Перемены в архитектурной практике проявились в сокращении масштабов, и масштабов самих сооружений. Время грандиозного столичного строительства ушло в прошлое, а провинциальный полуостров и вовсе мало затронуло. На арене зодчества возникают камерные храмы. Зодчие должны сосредоточиться на отработке их



архитектурной схемы, сложившейся в предыдущую эпоху, когда базилика трансформировалась в купольную церковь. Нерасчлененный объем удлиненного в плане храма-базилики с устоями и цилиндрическими сводами, с апсидой, чаще скрытой в толще стен, сменяет сооружение с центральным куполом на многогранном барабане на подпружных арках и угловых тромпах. Горизонтальная ось здания-базилики сократилась, уступив место оси вертикальной здания-церкви. В постройках Армении эта схема приобрела специфические черты. К центральному подкупольному пространству обращены осевые ветви, образующие архитектурный крест в плане и выступающие на фасадах торцами с островерхими фронтонами. Угловые части понижены, выделяя крестообразность плана. Эта композиционная схема подвергается развитию с точки зрения раскрытия внутреннего пространства. Увеличение подкупольного пролета, а вместе с ним и пролета западной и восточной ветвей креста происходит за счет сокращения глубины южной и северной ветвей. При этом столбы с юга и севера соединяются с наружными стенами, превращаясь в короткие выступы, становясь опорой более широкого, чем в прежней схеме купола. Так была создана специфическая, присущая только Армении композиция купольной церкви, известная по армянским церквям XI–XIII вв. [1; 2]. Строители церкви монастыря Сурб-Хач, будучи выходцами из Ани и хорошо знакомые с его архитектурным наследием, применили известную композиционную схему, творчески переработав ее в местных условиях своей новой родины. Купол на барабане является «центром тяжести» здания – храма, а заниженные углы – подчеркивают крест плана. Вытянутая ось восток-запад отмечена апсидой, скрытой в массиве стены. Южная и северные ветви плана сокращены и завершены фасадными шипцами-фронтонами. Шатер на двенадцатигранном барабане является вертикальной доминантой крестово-купольной композиции. Региональные черты сказались на строительной технике и проработке декора. Изнутри оштукатуренные стены церкви сложены из открытого снаружи бутового камня, барабан и порталы – из обработанного. В декоративном убранстве храма присутствуют черты

романского зодчества, что характерно для церквей юго-восточной Таврии (церковь Иоанна Предтечи в Феодосии, Ильинской церкви близ Белогорска).

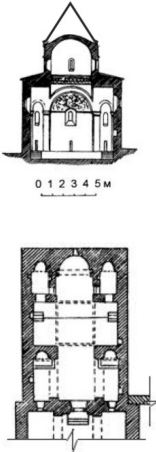
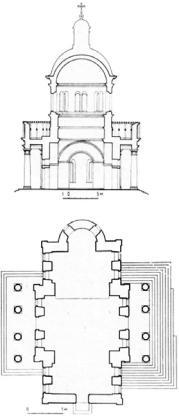
В 1778 г. в рамках переселения армян из Крымского ханства в Россию, на Нижний Дон, духовенство оставило монастырь. В 1783 г. на живописном берегу реки Темерник архиепископ Иосиф Аргутинский основал монастырь Сурб Хач, названный в память одноимённого армянского комплекса в Крыму. По сложившейся традиции монастырь построили в отдалении от поселений, так, чтобы мирская суэта не вторгалась в ход уединенной монашеской жизни [3]. Постройки монастыря – церковь, колокольня, архиерейский дом, школа, каменная лестница – венчают вершину берегового скалистого холма, органично дополняя природный ландшафт. Здание церкви получает значение архитектурной доминанты окружающей местности [4]. Монастырская церковь первоначально была деревянной. А в 1783 г. на её месте заложили каменное строение. Автором церкви видимо является русский архитектор Иван Егорович Старов, создатель Троицкого собора Александро-Невской лавры и Таврического дворца в Санкт-Петербурге. Он мог быть автором и деревянной церкви [5; 6; 7]. Сохранившееся кирпичное здание церкви прямоугольное в плане. Продольную ось отмечает выступающая на восток полуциркулярная алтарная апсида. Южная и северная ветви плана настолько коротки, что превращены в ниши. И как будто все так, как в крымской церкви. Но щипцы-фронтоны средневековой церкви крымского монастыря зодчий заменяет четырёхколонными фасадными портиками – непреложным атрибутом господствовавшего тогда классицизма. Центр храма увенчан покоящимся на четырех пристенных устоях внутренним куполом на барабане, охватывающим собой, как и в средневековых храмах Армении, всю ширину здания. Но высотность сооружения ростовской церкви усилена не шатром, а внешним полусферическим покрытием и главкой. Характерно для классицизма декоративное убранство – фасадные колонные портики, пилястры, сандрики. Постройка украшена снятыми с армянских церквей Крыма хачкарами, оживившими мелким резным орнамен-

том интерьеры и фасад. Объемно-пространственная схема церкви монастыря Сурб Хач в Ростове-на-Дону свидетельствуют о соблюдении стойких традиций средневековой архитектурной школы Армении [8]. Художественное же воплощение композиционной схемы зодчий, следуя мировоззрению своего времени, выдержал в стилистке официального стиля – классицизма конца XVIII столетия.

Сравнительный архитектурный анализ

№	Критерий	Сурб-Хач (Старый Крым)	Сурб Хач (Ростов-на-Дону)
1	Семантическое значение	Храм в монастырском комплексе-форпосте (защитнике) восточно-христианской веры армянской Апостольской церкви на Крымском полуострове в противостоянии католической Газарии. 1338 г.	Храм в монастырском комплексе, равноправно продолжающий традиции армянской Апостольской веры в соответствии с манифестом о свободном отпращивании церковных обрядов всеми народами, поселившимися в России. укрепляет идентичность армянской культуры на новом месте. 1786–1792 гг.
2	Градостроительная роль.	 <p>Доминанта – последовательно раскрывающаяся композиция из архитектурных объемов, образующих единый комплекс – в природном ландшафте</p>	 <p>Градообразующий элемент вновь создаваемого городского поселения, доминанта на береговой линии реки Темерник</p>

Окончание таблицы

№	Критерий	Сурб-Хач (Старый Крым)	Сурб Хач (Ростов-на-Дону)
3	Архитектурная композиционная схема. Масштаб строительства	 <p data-bbox="344 842 636 1121">Крестово-купольная схема с куполом над средокрестием на барабане с шатром, на оси запад – восток апсида-алтарь, скрытая в массиве основного объема, на оси юг – север фронтоны-щипцы. Углы здания занижены, подчеркивают крестообразный план</p>	 <p data-bbox="658 802 949 1114">Крестово-купольная схема с куполом над средокрестием на барабане с внешним куполом, на оси запад – восток алтарь-апсида, вынесенная за пределы основного объема, на оси север – юг четырехколонные портики, покрытие всего объема на единой отметке скрывает крестообразный план</p>
4	Стилистическое решение	Здания в целом продолжает древние традиции архитектурной школы средневековой Армении как протест католической Газарии на территории Крыма	Здание является собой слияние традиций и новаторства: при повторении известной объемно-пространственной схемы выдержан в стилистике русского классицизма конца XVIII столетия

Оба монастыря принадлежат к одной конфессии, являются духовными центрами одного народа. Их церкви повторяют присущую большинству культовых сооружений Армении композиционную схему, когда свободное зальное пространство в средокрестье плана перекрывает купол на барабане. При этом историческая эпоха определила образное воплощение типовой схемы, стилистическое решение. Храм в Старом Крыму продолжает традиции армянской архитектуры в местных условиях полуострова XIV столетия. Монастырь Сурб Хач в Ростове-на-Дону является единственным сооружением в городе периода господства стиля классицизм в Российской Империи конца XVIII в.

Литература

1. Сидоренко В. А., Домбровский О. Г. Солхат и Сурб-Хач. Симферополь: Таврия, 1978. 128 с.
2. Халпахчян О. Х. Стилистические особенности армянских памятников Крыма // Архитектурное наследие. 1996. № 41. С. 22–32.
3. Якобсон А. Л. Закономерности в развитии средневековой архитектуры. Л.: Наука, Ленинградское отд-ие, 1985. С. 104–112.
4. Есаулов Г. В. Архитектурная летопись Ростова-на-Дону / Администрация г. Ростова-на-Дону. 2. изд., доп. Ростов н/Д: ИПФ Малыш, 2003. 303 с.
5. Грудев В. П., Солнышкин Ю. Н., Тарасов А. В., Честнов М. А. Проект реставрации церкви монастыря Сурб Хач / Реставрация. Ростов н/Д, 1988. 65 с.
6. Баева О. В. «Хороший собор для таврических переселенцев»: архитектура классицизма в Нахичевани-на-Дону (конец XVIII века – первая половина XIX века) // Классика в искусстве сквозь века. Труды Исторического факультета Санкт-Петербургского университета. СПб, 2015. С. 106–113.
7. Волошинова Л. Ф. Бульварная площадь: Судьбы улиц, площадей и зодчих. Ростов н/Д.: Донской издательский дом, 2001. 136 с.
8. Халпахчян О. Х. Архитектура Нахичевани-на-Дону. Ереван: Айастан, 1988. 168 с.

УДК 72.092

Светлана Александровна Никитина,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: niki.svetlana2015@yandex.ru

Svetlana Alexandrovna Nikitina,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: niki.svetlana2015@yandex.ru

КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ «ОХТИНСКИЙ МЫС»

CONCEPTS OF DEVELOPMENT OF THE TERRITORY “OKHTINSKY MYS”

В статье рассматриваются концепции развития территории «Охтинского мыса». Неприятие проекта строительства на этом участке компанией ООО «Газпром» высотного здания инициировало перенос его строительства. Это дало возможность провести комплексное исследование этого памятника археологии. Было обращено внимание на мемориальное значение этого места, а проведенные раскопки позволили обнаружить здесь ранее неизвестные культурные слои поселений эпохи неолита и энеолита. Автором рассматриваются наиболее характерные проекты, созданные на сегодняшний день. Их можно разделить на два типа: создание историко-мемориального парка и застройка участка, объектами, учитывающими «память места».

Ключевые слова: архитектура, проектные разработки, историко-мемориальный парк, новое строительство, общая архитектурная концепция.

The article discusses the concept of development of the territory of the “Okhtinsky Mys”. The rejection of the project to build a high-rise building on this site by Gazprom LLC initiated the postponement of its construction. This made it possible to conduct a comprehensive study of this monument of archeology. Attention was drawn to the memorial significance of this place, and the excavations made it possible to find previously unknown cultural layers of Neolithic and Eneolithic settlements here. The author considers the most characteristic projects created to date. They can be divided into two types: creating a historical and memorial Park and building a site that takes into account the “memory of the place”.

Keywords: architecture, design developments, historical and memorial Park, new construction.

15 ноября 2005 г. был заключен Меморандум о сотрудничестве между Санкт-Петербургом и ОАО «Газпром». Это решение взаи-

модействия города с одной из крупнейших компаний Российской Федерации было для Санкт-Петербурга стратегическим. Для города целью являлось повышение инвестиционной привлекательности, увеличения бюджета за счет налогов и перевода активов ОАО «Газпром» в Санкт-Петербург.

В свою очередь это подразумевало, необходимость регистрации компании ОАО «Газпром» в Санкт-Петербурге и получения «прописки» ее административного центра, офисов на городской территории, а также реализации инвестиционных проектов компании. Административный, деловой комплекс ОАО «Газпром», предполагалось разместить в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга, что было закреплено в Законе Санкт-Петербурга от 30 марта 2006 г. № 152-14.

Газпром приобрел в собственность участки и расположенные на них производственные корпуса бывшего судостроительного предприятия «Петрозавод». В 2006 г. был проведен представительный Международный конкурс, связанный с реализацией проекта административно-делового центра «Газпром-Сити».

Победителем был признан проект, представленный группой архитекторов компании *RNJM London limited*. По замыслу архитекторов, конфигурация здания в плане отражала исторический контекст данной территории. Здание имело пять граней, как пять бастионов крепости Ниеншанц. Центральная часть здания повторяла пятиконечную форму здания Охтинской верфи.

Негативное отношение к проекту 403-метрового высотного здания Совета по сохранению культурного наследия при Правительстве Санкт-Петербурга, общественности и жителей города привели к отмене в декабре 2010 г. правового акта Правительства Санкт-Петербурга, предоставляющего возможность строительства высотного здания на данном участке, и принято решение о строительстве его на другой территории в районе Пьяной гавани в границах территории Приморского района.

В 2006 г. было принято решение о проведении раскопок на территории Охтинского мыса. Всего в рамках исследований

2006–2012 гг. в целях полного изучения археологических культурных напластований территории земельных участков, предполагаемых под хозяйственное освоение, было заложено 83 раскопа. Это позволило обнаружить ранее неизвестные культурные слои поселений эпохи неолита и энеолита (сер. II тыс. н.э.), эпохи бронзы (от 2800 л. назад до сер. I тыс. н. э), рвы мысового городища (новгородского периода, XIII в.), внутренний и внешний рвы крепости, фрагменты сгоревших деревянных элементов обкладки рва крепости Ландскроны, а также установить конфигурацию и местоположение крепости (четырёхугольная крепость поперечником 180 м. располагалась в средней части Охтинского мыса), позднесредневековый могильник XVI–XVII вв, фрагменты укреплений крепости Ниеншанц, свидетельства нового поселения, охтинского питомника «Канецкий огород» (с 1703 г.), Охтинской верфи (с 1808–1914 гг.) [1].

С этого момента, представляемые концепции развития территории «Охтинского мыса» можно разделить на следующие направления: устройство мемориально-ландшафтного комплекса и застройка территории. В последнем случае авторы, так или иначе, стремились сохранить «память места».

1. Устройство мемориально-ландшафтного комплекса.

Большая часть таких предложений, это студенческие работы архитектурно-художественных ВУЗов города. В 2012 г. в Доме архитектора году была проведена уникальная выставка проектов создания ландшафтного археологического музея на Охтинском мысу. На выставке были представлены дипломные работы выпускников и студентов СПбГАСУ и Академии художеств [2].

В дипломном проекте историко-археологического музея в устье реки Охты (кафедра «Реставрации и реконструкции архитектурного наследия» СПбГАСУ), выполненного в 2010 г. Е. Мельниковой была представлена идея «многослойности» данной территории, что дает возможность максимального сохранения выявленных археологических объектов: фрагментов крепостей Ландскроны и двух периодов строительства крепости Ниеншанц. Демонстрации соо-

ружений Ниеншанца была выполнена на основе существующих аналогов подобных деревоземляных крепостей бастионной системы [3].

К этому же типу можно отнести и проект Н. Лаврова, также выполненный в СПбГАСУ. Автором проекта был проведен социологический опрос жителей района на предмет их пожеланий о будущем функциональном наполнении территории Охтинского мыса. Выяснилось, что жители Охты в первую очередь хотят видеть здесь парк и игровые зоны для детей. Поэтому в проекте предложена концепция создания музея с парково-развлекательной зоной для всей семьи. При этом законсервированную часть экспозиции предлагалось перекрыть стеклянным куполом. Кроме этого, воссоздавались два бастиона крепости Ниеншанц: Карлов и Мертвый, и часть рва.

Еще один проект, выполненный инициативной студенческой группой в 2020 г. В его девизе «МЫСли на Охте», звучит призыв задуматься, поразмыслить о данном участке. Проект охватывал не только зону мыса, но и прилегающую территорию на противоположной берегу р. Охты [4].

Результатом данного проекта стал выбор функционального назначения участка – торгового, ярмарка, место встречи и коммуникации общества, место общения, встреч. В качестве образа был выбран средневековый город, который отражает часть исторического периода данного места, города Ниена. Основа проекта – это, прежде всего, парк, в котором есть уличные зоны игр и торжищ. Предусмотрена сеть пешеходных маршрутов вдоль набережных р. Невы и р. Охты, со сменяющимися точками интереса на протяжении движения. Также предполагалось устройство Зимнего сада, который является напоминанием о размещении здесь петровского Канецкого огорода.

2. Застройка территории.

На 7-ом биеннале «Архитектура Петербурга–2019» архитектором Митюревым Ю. К. был представлен проект «музейно-культурного комплекса» на Охтинском мысу. Проект предусматривал

строительство здания, которое отражает пятиконечную конфигурацию крепости. При этом объем здания ставился на опоры, освобождая таким образом пространство на уровне земли. Это решение сохраняло целостность археологических находок и одновременно защищало их от негативного внешнего воздействия. Проект в первом уровне предусматривал воссоздание дерево-земляной крепости Ниеншанц и устройство ландшафтного парка.

Владелец территории – компания ООО «Газпром нефть» – также провел работу по поиску решений освоения этого пространства. 2 марта 2020 г. были подведены итоги закрытого международного конкурса на разработку общей архитектурной концепции развития территории Охтинского мыса [5]. Были представлены различные проекты, так или иначе трактующие «богатый исторический контекст Петербурга и района Охты».

Авторы архитектурного бюро «КОСМОС» предложили совместить интересы горожан и владельца участка. «Основной концепцией проекта было вернуть эту территорию, занимаемую корпорацией, горожанам и создать на крышах офисного здания приподнятый на колоннах ландшафтный парк. Он отсылает одновременно к северной природе и к знаменитым петербургским крышам», – говорится в описании проекта. Проход на крышу предполагалось осуществлять через пандусы, которые опоясывают фасады [6].

Немецкая компания *ABD Architects* в своем проектном решении предложила и реализацию максимально комфортной рабочей среды и органично вписанную (по мнению компании) в существующий исторический контекст архитектуру.

Нидерландское архитектурное бюро *MVRDV* в идее проекта – отразило природный концепт этого места. Был предложен проект деревянного 28-метрового здания, поставленного на 119 деревянных колонн. Этот «лесной пол» с парком и площадью, по задумке авторов, является бесплатным и открытым для посетителей. Офисные помещения «Газпром нефти» предлагается разместить выше.

В конкурсе победил проект японской мастерской *Nikken Sekkei*.

Как было заявлено представителями компании «Газпром нефть». «Проект учитывает богатый исторический контекст Петербурга и района Охты и имеющиеся ограничения на участке и не затрагивает охраняемую территорию». Авторы проекта предложили «построить» офис в виде «Хрустального корабля». Идея проекта должна была отразить историю города, которую преопределило море.

Как видно из проведенного анализа концепций развития Охтинского мыса они различны по своему принципиальному подходу, функциональному наполнению и образному ряду. Поэтому можно ожидать еще много различных предложений, в которых постепенно найдется то истинное, которое и будет реализовано.

Литература

1. Сорокин П. Е. Культурно-историческая стратиграфия Охтинского мыса // Археологическое наследие Санкт-Петербурга. СПб., 2014. Вып. 4. С. 25–55.
2. MR-7.ru: информационно-новостное онлайн издание Санкт-Петербурга. URL: <https://mr-7.ru/articles/49451/> (дата обращения: 10.03.2020).
3. Мельникова Е. В. Проект создания историко-археологического музея на Охтинском мысу URL: https://www.spbae.ru/images/Melnikova_proekt_muzeya.pdf (дата обращения: 10.03.2020).
4. Проект: мыс_ли на охте: официальный сайт. URL: <https://readymag.com/u4156519591/ohhta-mys/> (дата обращения: 10.03.2020).
5. Газпром нефть: официальный сайт. URL: https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/gazprom_neft_predstavila_kontseptsiyu_razvitiya_territorii_okhtinskogo_mysa_v_sankt_peterburge/ (дата обращения: 10.03.2020).
6. Просто КОСМОС. Архитектурное бюро показало конкурсную работу по Охтинскому мысу // Фонтанка.ру. 2020. 6 марта. URL: <https://www.fontanka.ru/2020/03/06/69019708/> (дата обращения: 24.03.2020).

УДК 72.036:725.1

Любовь Олеговна Доценко, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: dosenko_luba@list.ru

Lyubov Olegovna Dotsenko, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: dosenko_luba@list.ru

ИСТОРИЧЕСКИЙ ЦЕНТР КРАСНОДАРА КАК ОБЪЕКТ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

THE HISTORICAL CENTER OF KRASNODAR AS AN OBJECT OF CULTURAL HERITAGE OF FEDERAL SIGNIFICANCE

Объекты культурного наследия, расположенные на территории Краснодарского края, являются неотъемлемой частью богатства нашей страны, частью всемирного культурного наследия и находятся под охраной государства для того, чтобы сохранить их для будущих поколений, эту удивительную архитектуру, которая возводилась десятилетиями.

Многие из объектов можно увидеть и сейчас. Они стали памятниками истории. Их творцами были такие выдающиеся архитекторы как И. Мальгерб, В. Филиппов, А. Козлов.

Сохранение путем реконструкции и реставрации объектов культурного наследия, расположенных на территории Краснодарского края, и Краснодара в частности, является одной из важнейших задач органов государственной власти, местного самоуправления и архитекторов.

Ключевые слова: объект, культурное наследие, сохранение, поколение, реконструкция, реставрация.

Cultural heritage sites located in the territory of Krasnodar are an integral part of the wealth of our country, part of the world cultural heritage and are protected by the state in order to preserve them for future generations, this amazing architecture which was built for decades.

A lot of the objects can still be seen today. They have become historical monuments. Their creators were such prominent architects as I. Malherbe, V. Filipov, A. Kozlov.

Preservation of cultural heritage objects located in the territory of the Krasnodar through reconstruction and restoration is one of the most important tasks of state authorities, local governments and architects.

Keywords: object, cultural heritage, conservation, generation, reconstruction, restoration.

Говоря об архитектуре края, невозможно пройти мимо исторического центра города Краснодар, история которого своими корнями уходит в далекие годы правления Екатерины II, которая даровала земли казакам, историческое название города говорит само за себя – Екатеринодар.

Город многократно перестраивался, что наложило отпечаток на его облик, придав неповторимость и уникальность. Екатеринодар возводился не хаотично, а по специальному плану, который подписал С. С. Жегулин – Таврический генерал-губернатор. При последующих застройках часть зданий сносили, а часть оставляли, благодаря чему современный Краснодар являет собой смесь различных архитектурных стилей и направлений (см. рис. 1).

В официальных документах 278 зданий числятся, как памятники архитектуры. Большая часть из них расположена в исторической части города и многие из них находятся в аварийном состоянии [1].

Как отмечалось ранее, в данном городе можно встретить множество архитектурных стилей: эклектика, барокко, модерн, советский архитектурный модернизм, конструктивизм, а также достаточно необычный мавританский стиль [2].



Рис. 1. Александровская Триумфальная арка в городской парк Краснодара.
Исторический снимок

Краснодарский краевой художественный музей имени Фёдора Акимовича Коваленко (см. рис. 2) находится в Центральном районе города на главной улице – Красной. Это один из старейших художественных музеев на всем Северном Кавказе, фонд имеет около тринадцати тысяч произведений живописи, графики, скульптуры и декоративно-прикладного искусства. Расположен музей в двух зданиях: «Дом инженера Б. Шарданова», который является памятником архитектуры конца 19 в., и «Екатеринодарской конторы госбанка» – памятник архитектуры рубежа 19 и 20 вв.



Рис. 2. Художественный музей имени Ф. А.Коваленко. Краснодар

К 100-летию юбилею музей получил подарок от краевой администрации – возможность осуществить капитальный ремонт и реставрацию (см. рис. 3). В результате на первом этаже особняка Шарданова были открыты арки. Это вызвало ряд возмущений, но в конечном итоге, пространство стало более современным.

На втором этаже была восстановлена лепнина на потолках, первоначальный цвет стен, отреставрированы паркетные полы, камин. Свой столетний юбилей музей встретил в обновленном здании [3].



Рис. 3. Художественный музей имени Ф. А. Коваленко.
Проект реставрации. Краснодар

В апреле 2019 г. Краснодарский краевой художественный музей имени Ф. А. Коваленко отмечал 115-летие со дня своего основания.

Также, не менее известным архитектурным памятником в городе Краснодар является Кубанский Государственный Медицинский университет.

Бывшее Епархиальное училище, возведено в 1898–1904 гг., архитектор – ранее упомянутый В. А. Филиппов.

29 января 1894 г. на заседании Екатеринодарской Городской Думы было выделено место для строительства Епархиального женского училища, а созданный Строительный комитет, сделал заказ на разработку проекта здания архитектору Василию Андреевичу Филиппову.

Сегодня о былом великолепии здания напоминают только узорчатая кладка фасада, богатая внутренняя лестница и чугунные колонны, подпирающие свод над центральным входом главного корпуса. А вот украшение фасада, оконные проемы и цветной роскошный витраж вместо стекол – все, что придавало зданию небывалую красоту, было утрачено в годы Великой Отечественной войны.

Самой большой потерей были уникальная фигурная кровля, купол домового церкви и украшавший фасад здания роскошный

цветной витраж с огромным Крестом Господним. Крест, венчавший изящный многогранный купол, сверкал днем и подсвечивался ночью.

Однако уже разработан проект реконструкции данного сооружения (см. рис. 4), в котором можно увидеть некогда существовавшую фигурную кровлю изумрудного цвета [4].



Рис. 4. Кубанский государственный университет.
Проект реставрации. Краснодар

Еще одним не менее важным памятником архитектуры южного города является усадьба Ф. М. Акулова (см. рис. 5). Архитектор – В. А. Филлипов.



Рис. 5. Усадьба Ф. М. Акулова. До реставрации. Краснодар

Здание было построено в период 1894 г. для отставного прапорщика Филиппа Матвеевича Акулова, подрядчика на строительство в Екатеринодаре. Расположено в исторической застройке города, в непосредственной близости от привокзальной площади в ряду 2–3-этажных зданий. В плане здание имеет сложную конфигурацию и пристройки.

Реставрация данной усадьбы проводилась в 2014 г. (см. рис. 6). В ходе реставрационных работ был заменен штукатурный слой на фасадах, некогда существовавшая лепнина, замковые камни, рустовка.



Рис. 6. Усадьба Ф. М. Акулова. Проект реставрации фасада. Краснодар



Рис. 7. Усадьба Ф. М. Акулова. После реставрации. Краснодар

Таким образом, важно понимать, что историческое архитектурное наследие можно и нужно сохранять, так как это неповторимые памятники архитектуры, след в большой истории и наша память.

Литература

1. Бардадым В. Архитектура Екатеринодара (книга краеведческих очерков о старинных зданиях – бывших, а также ныне украшающих краевой центр). Краснодар: Издательство «Советская Кубань», 2002. 256 с.
2. Бардадым В. Атаманы. Краснодар: Издательство «Советская Кубань», 2009. – 400 с.
3. Бардадым В. Зодчие Екатеринодара. Краснодар: Издательство «Советская Кубань», 2002. 112 с.
4. Бардадым В. Ими восхищались кубанцы. Краснодар: Издательство «Советская Кубань», 2006. 112 с.

УДК 721.011.12

Полина Сергеевна Рахимова, студент
Полина Денисовна Лукьянова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: rahimovapolina2000@mail.ru,
doppe.lepper@gmail.com

Polina Sergeevna Rakhimova, student
Polina Denisovna Lukianova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: rahimovapolina2000@mail.ru,
doppe.lepper@gmail.com

УСТОЙЧИВАЯ АРХИТЕКТУРА: ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

SUSTAINABLE ARCHITECTURE: PSYCHOLOGICAL ASPECTS

В современных условиях урбанизации все больше людей проживают в крупных городах и городских агломерациях. Это ведет к повышению плотности застройки, где приоритетом выступает создание большого количества небольших частных пространств, в то время как общественным пространствам уделяется меньше внимания и ресурсов. Сегодня наиболее актуальным становится вопрос о создании комфортной в психологическом плане среды для жизни человека. На пути к внедрению инноваций и улучшений в сферу архи-

тектуры и дизайна стоит множество факторов, основным из которых является проблема в уровне осведомленности граждан Российской Федерации о том, что представляет собой грамотно спланированное общественное пространство. Именно в связи с существенным пробелом в знаниях в данной сфере отсутствует запрос на комфортную психологическую среду от населения. Крайне важно признать междисциплинарный характер архитектурной практики и то, каким образом архитектурная среда оказывает психологическое влияние на общество и влияет на качество жизни.

Ключевые слова: развитие городской среды, общественное пространство, психологически комфортная среда, урбанизация, восприятие архитектуры.

In modern conditions of urbanization, more and more people live in big cities and metropolitan areas. It leads to building density increasing, when a priority is to supply the market with a large amount of small private spaces. It causes a lack of sponsorship and attention to the problems of public areas. Nowadays, the question about creating psychologically comfortable environment is one of the most relevant. There are a lot of factors setting back innovations and improvements in the architecture and design sphere. One of the main factors is the level of awareness of Russian Federation citizens about what a well-designed public space is. Due to substantial gaps in knowledge in this field, there are limited public requests in contributing to a psychologically comfortable environment. It is vital to acknowledge the multi-disciplinary nature of architectural practice and the way it psychologically impacts the society and affects quality of living.

Keywords: urban development, public space, psychologically comfortable environment, urbanization, perception of architecture.

В наши дни все более актуальным становится вопрос комфортного в психологическом существовании человека в городской среде. Возрастает число научных исследований, основной задачей которых является изучение человека с его психологическими и личностными особенностями, потребностями при взаимодействии с окружающей городской средой, отражению его психосоматического состояния на трудоспособности и качестве жизни общества в целом [1]. В этой связи особо интересно проследить и проанализировать мироощущение индивидуума или отдельного социума в контексте взаимодействия с окружающим архитектурным пространством.

Ежегодно в России отмечается рост обеспечения жильем на человека (25,75 м²/чел. на 2018 г.) и повышается уровень квартир на человека (456 квартир на 1000 жителей на 2018 г.) [2]. Но вопрос качества жилой и общественной застройки и общего состояния городской среды остается актуальным.

В современной России развитие городской среды считается неудовлетворительным. Проблема берет начало в советской эпохе, когда трудности экономического характера вытеснили такой социальный фактор, как психология людей. Ситуация в массовом индустриальном строительстве зданий, создавшаяся в советский период в России, получила резкую критическую оценку на всех уровнях общества.

Кроме существующей проблемы негативного планирования советских времен, современная Россия следует устаревшим стереотипам в дизайне и благоустройстве окружающей среды. В нашей стране пока отсутствует понимание общественного пространства, как созданного для людей. Примером могут послужить городские улицы, которые в первую очередь служат интересам водителей, а не пешеходов. Конечно, первостепенная задача улицы – транзит до места назначения. Но смена ритма жизни некоторых улиц помогла бы создать более экологически дружелюбную и психологически комфортную среду в городе. Из последних примеров продуманного и качественного благоустройства в России можно назвать как масштабные проекты, среди которых обновление Триумфальной площади (рис. 1) (*BuroMoscow*, 2015, Москва), парк «Зарядье» (*Diller Scofidio + Renfro*, 2017, Москва), парк Сергея Галицкого «Краснодар» (рис. 2) (*von Gerkan, Marg and Partners Architects*, 2017, Краснодар), так и небольшие: городское пространство «ИСКРА» (Роман Устименко, 2018, Тула), спортивный «Сети-парк» (бюро *Legato*, 2018, Ижевск), обновление набережной Дивногорска (рис. 3) (Антон Шаталов, 2018–2019, Дивногорск, Красноярский край), новый дизайн набережной реки Карповки (бюро «Нескучный сад» и сообщество «Друзья Карповки», 2019, Санкт-Петербург) и другие.



Рис. 1. Качели на Триумфальной площади, г. Москва, 2015 г.



Рис. 2. Панорама парка Сергея Галицкого «Краснодар», г. Краснодар, 2017 г.



Рис. 3. Зона отдыха на набережной Дивногорска, г. Дивногорск, Красноярский край, 2019 г.

Проблема состояния среды затрагивает также и частный сектор. Современное домостроение сталкивается с некомпетентностью строительного бизнеса. Среди застройщиков наблюдается стремление сэкономить на проектировании и благоустройстве придомовых территорий. В новых пригородах часто отмечается отсутствие зелени, рекреационных зон общего пользования, грамотно продуманных общественных пространств.

Ситуация осложняется низким запросом на комфортную среду со стороны большинства российских граждан, привыкших к сформировавшимся условиям. На примере социологического исследования развития общественных пространств в городе Томске (2016 г.) показано, что только 8 % опрошенных хорошо знакомы или имеют общее представление о концепции развития общественных пространств, как элемента комфортной городской среды [3]. Таким образом мы приходим к выводу, что не только низкое качество городской среды, но и низкая информационная осведомленность горожан являются ключевыми из основных проблем, с которыми сталкивается российская архитектура на сегодняшний день.

Особую роль во внешних признаках играет цветовое решение и отделочные материалы постройки. Однотипные, монотонные здания серых тонов вводят людей в состояние тоски, повышают уровень утомления, стресса. В свою очередь, применение разнообразных, в меру ярких оттенков, что легко воспринимаются глазом, наоборот, оказывает положительное влияние на психологическое состояние человека. От материалов зависит тактильная и эстетическая сторона архитектуры. Они влияют на уникальность постройки, её визуальный символизм, привлекательность на фоне общей застройки.

В организации внутреннего пространства важно учитывать естественное освещение, которое оказывает положительное влияние на психику человека, а также уделять внимание визуальной коммуникации, особенно в общественных пространствах [4].

Во время проектирования важно также помнить о системе архитектурно-пространственных потребностей [5].

Примеры из зарубежного опыта показывают и доказывают эффективность обращения к психологии человека при проектировании архитектурной среды. Так, например, доклад Университета Рединга для Совета архитекторов Европы отмечает, что европейские архитекторы ставят своей целью проектирование зданий и пространств, содействующих усилению социального взаимодействия, повышению безопасности, образованию и обучению, здоровью и благополучию, повышению продуктивности и чувству идентичности, а также укреплению местной экономики посредством усиления и продвижения экологических целей [6].

Психиатрическое отделение в Обенро (Дания) (рис. 4) отмечает снижение несчастных случаев на 30 % и на 59 % случаев, требующих лекарств, по сравнению с прошлым годом, проведенном в старом здании. Эффект достигнут за счет увеличения количества дневного света в помещениях, живописными видами из окон и доступом к природе.



Рис. 4. Панорамный вид на здание нового отделения психиатрической больницы, г. Обенро, Дания, 2018 г.

Примером качественной общественной застройки в современных мегаполисах можно назвать недавно законченный мусороперерабатывающий завод *Amager Bakke* (рис. 5) (Копенгаген, 2019), где в одном здании объединены как его прямая функция,

так и роль общественного пространства в виде искусственного горнолыжного склона.



Рис. 5. Вид на искусственный горнолыжный спуск мусороперерабатывающего завода *Amager Bakke*, г. Копенгаген, Дания, 2019 г.

На сегодняшний день перед современной российской архитектурой стоит задача в изучении механизмов воздействия архитектурной среды на человека, а перед властью и СМИ – повышение информационной осведомленности граждан в отношении архитектуры и дизайна. Из-за нехватки позитивных примеров россиянам сложно оценить качество нынешней городской среды в стране, осознать необходимость перемен и реконструкций. И именно за счет увеличения количества грамотно спланированных общественных пространств можно повысить запрос на качественную среду у населения, реализацией которого займется новое поколение российских архитекторов, которые не только будут обладать знаниями о психологическом влиянии различных свойств пространства на будущих обитателей, но и смогут с помощью этих знаний повлиять на будущее развитие социума в целом и каждого отдельного индивидуума в частности, улучшить качество жизни, грамотно спроектировав безопасную и комфортную архитектурную среду.

Литература

1. Вырва А. Ю. Восприятие архитектурных объектов городскими жителями: субъективно-семантический анализ: дисс. ... канд. психол. наук: 19.00.01. М., 2017. 287 с.
2. Строительство. Ввод в действие зданий, сооружений, отдельных производственных мощностей, жилых домов, объектов социально-культурного назначения // Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. URL: <https://www.gks.ru/folder/14458> (дата обращения: 30.05.2020).
3. Сидоров А. А., Сапрон Д. В. Развитие общественных пространств: социологическое измерение (на примере Новособорной площади города Томска) // Урбанистика. 2016. № 2. С. 9–22. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=18649 (дата обращения: 30.05.2020). DOI: 10.7256/2310-8673.2016.2.18649.
4. Сомов Г. Ю. Эмоциональное воздействие архитектурной среды и ее организация // Забельшанский Г. Б., Минервин Г. Б. и др. Архитектура и эмоциональный мир человека. М.: Стройиздат. С. 82–149.
5. Шилин В. В. Архитектура и психология. Краткий конспект лекций. Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. архит.-строит. ун-та, 2011. 66 с.
6. Callway R., Farrelly L., Samuel F. The Value of Design and the Role of Architects: a study for ACE Architects' Council of Europe. Reading: University of Reading, UK, 2019. URL: https://www.ace-cae.eu/uploads/tx_jidocumentsview/Value_of_Design.pdf (accessed on: 30.05.2020).

СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 625.711

Александр Петрович Афанасьев, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sanya97824@gmail.com

Alexandr Petrovich Afanasyev, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sanya97824@gmail.com

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

MODERN EQUIPMENT FOR USING WASTE OF THE OIL INDUSTRY IN THE ROAD CONSTRUCTION

Во время разведки и добычи нефти всегда существует риск нанесения огромного вреда окружающей среде. В ходе разработки места добычи нефти образуются существенные объемы технологических отходов, которые принято называть шламами. В их составе содержатся органические соединения, минеральные соли, растворенная и эмульгированная нефть. В жидкой или твердой форме нефтешлам образует много токсичных компонентов, которые оказывают серьезное воздействие на окружающую среду [1]. Однако большим преимуществом нефтешлама является то, что он содержит в составе аналогичные битуму компоненты, то есть нефтешламы по составу аналогичны битумам. Возможно их применение при производстве асфальтобетонных смесей и в качестве вяжущего для получения органоминеральных смесей. Использование нефтешламов в строительстве дорог позволяет бережно относиться к природным ресурсам, а также уменьшить стоимость строительства, реконструкции и капитального ремонта автомобильных дорог.

Ключевые слова: шлам, нефтяной шлам, отходы нефтедобычи, термическая обработка, переработка, утилизация.

During oil exploration and oil production there is always a risk of causing enormous damage to the environment. During the development of the oil production site, significant amounts of technological waste are formed, which are commonly called

sludges. They contain organic compounds, mineral salts, dissolved and emulsified oil. In liquid or solid form, oil sludge forms contain toxic components that have a serious environmental impact. However, the big advantage of oil sludge is that it contains components similar to bitumen, that is, oil sludge is similar in composition to bitumen. Perhaps their use in the production of asphalt mixtures and as a binder for organic mixtures. The use of oil sludge in road construction allows us to take care of natural resources, as well as reduce the cost of construction, reconstruction and major repairs of roads.

Keywords: sludge, oil sludge, oil production waste, heat treatment, processing, disposal.

По существующей технологии на полигонах из бурового шлама откачивают жидкую фазу, а шламовые остатки уплотняют грунтом и бетоном. Таким способом образуются захоронения, в состав которых входят нефтеуглеводороды и металлы, которые способны вступать в реакции с другими компонентами. Такие объемы отходов требуют отчуждения больших площадей земли для организации полигонов захоронения. Полигоны захоронения устраиваются в строго определенных законодательством местах и зачастую находятся на большом удалении от мест добычи углеводородов. Нефтедобывающие предприятия тратят большие деньги на транспортировку шлама.

Такая технология обращения с отходами нефтедобычи является устаревшей и требующей замены на всех уровнях производства, от проектирования обустройства месторождений до получения конечного продукта. Поэтому компании по добыче нефти со временем реализовывают технологические решения, которые направлены на обезвреживания и дальнейшее хозяйственное использование буровых шламов.

В последние годы нефтедобывающими предприятиями в производство внедряются различные технологические решения, направленные на утилизацию отходов бурения. Но стандартизированного способа обезвреживания и утилизации для буровых шламов не существует. Технологии по методам переработки можно разделить на термические (сжигание в открытых амбарах, печах различных типов, получение золошламовых остатков); физические (захороне-

ние в специальных могильниках, разделение в центробежном поле, вакуумное фильтрование и фильтрование под давлением); химические (экстрагирование с помощью растворителей, отверждение с применением неорганических и органических добавок); физико-химические (применение специально подобранных реагентов, изменяющих физико-химические свойства, с последующей обработкой на специальном оборудовании); и биологические (микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическое разложение).

Организацией ООО «Сервис-экология» создана мобильная установка для термической обработки шламов УПНШ-05СД [2]. Получаемые золошламы могут использоваться в дорожно-строительных работах. Схема действия машины: шлам загружается в приемную емкость, затем из которой шестеренчатым насосом он подается в циклонную топку, где происходит процесс сушки и спекания. При этом насос в установке активирует систему водяного охлаждения. Производительность данной установки составляет порядка 500 кг/ч. Для обеспечения полного выжигания углеводородов используется циклонная топка (рис. 1)

Полученные по данной технологии золошламы используются как сырье для производства композиционных дорожно-строительных материалов, или как добавка для укрепления грунтов [3].

Технология «Фильтр-пресс» включает в себя промышленное оборудование, предназначенное для полной автоматизации процесса разделения твердой и жидкой фазы в буровых шламах. При использовании этой технологии буровой шлам необходимо собирать в специальные емкости и вывозить на площадки переработки, где расположено оборудование.

Буровой шлам под давлением подается в камеры, оснащенные фильтр-тканями и системой отвода фильтруемой воды. После отжима при достижении максимального давления обезвоживания, камеры для сбора открываются и осадок под действием силы тяжести отделяется. Ткани, покрывающие дренажную поверхность плиты, являются фильтрующим элементом. Фильтровальные тка-

ни улавливают взвешенные вещества, в результате чего происходит дренаж фильтра.

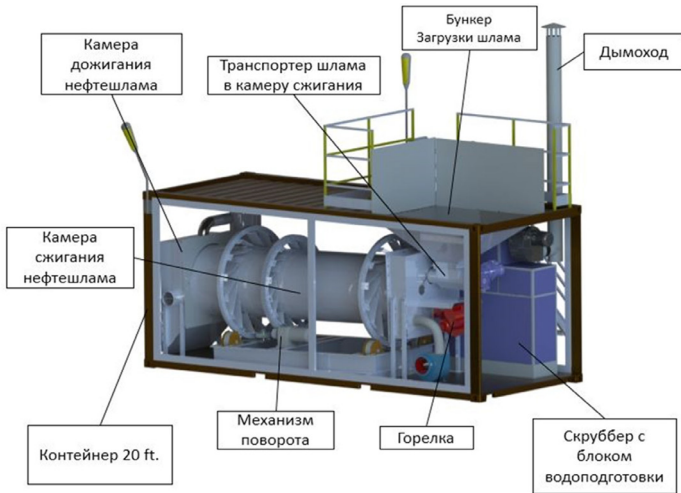


Рис. 1. Схема установки для термической обработки шлама

После выполнения всех технологических операций на выходе получается осветленный отработанный буровой раствор и кек – обезвоженный до влажности 30 % буровой шлам, который и используется в качестве сырья при производстве дорожно-строительного композиционного материала, либо грунтошламовой смеси, которые используются как исходное сырье для приготовления дорожно-строительных материалов. Схема установки оборудования «Фильтр-пресс» представлена на рис. 2.

При использовании кека, в качестве дорожно-строительного материала к нему добавляются последовательно инертный, комплексный вяжущий материал и сорбенты. Полученную смесь перемешивают до однородной массы и штабелируют, затем транспортируют на место работ самосвалами, после чего её разравнивают и профилируют автогрейдером.

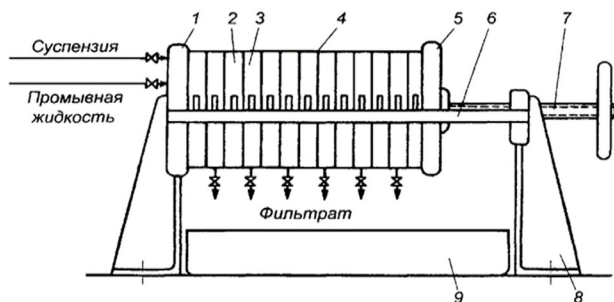


Рис. 2. Схема установки оборудования «Фильтр-пресс»:

- 1 – упорная плита; 2 – рама; 3 – плита; 4 – фильтрующая ткань;
- 5 – подвижная концевая плита; 6 – горизонтальная направляющая;
- 7 – зажимной винт; 8 – станина; 9 – желоб для сбора фильтрата или промывающей жидкости

Химические методы утилизации буровых шламов на практике применяется довольно редко. Это связано с тем, что существующие объемы отходов бурения требуют большого объема и концентрации реагентов для постоянного поддержания химической реакции. После окончания химической реакции необходимо разделить полученный материал на твердую, жидкую и нефтяную фракции. Технологическая схема переработки шлама представлена на рис. 3.

В химическом методе переработки бурового шлама присутствует трехфазное центрифугирование – способ сепарационной очистки нефтешлама. Внутреннее разделение происходит из-за разных плотностей веществ. При воздействии центробежной силы нефтешламы разделяются на составляющие. На выходе образуется твердая фаза и нефтепродукты, которые далее перерабатываются.

Крупнейшие европейские производители установок для переработки нефтешламов (*Flottweg*, *GEA-Westfalia* и *Alfa Laval*) разработали двухфазные декантеры, которые способны перерабатывать шламы с содержанием твердой фазы до 60 % [4]. Новым способом является струйная очистка, представленная в России установкой УОГ-15 от НПО Декантер [5]. В данной машине создается высокая

нагрузку в специально сконструированном эжекторе, где происходит отмывание мелких механических примесей от углеводородов.

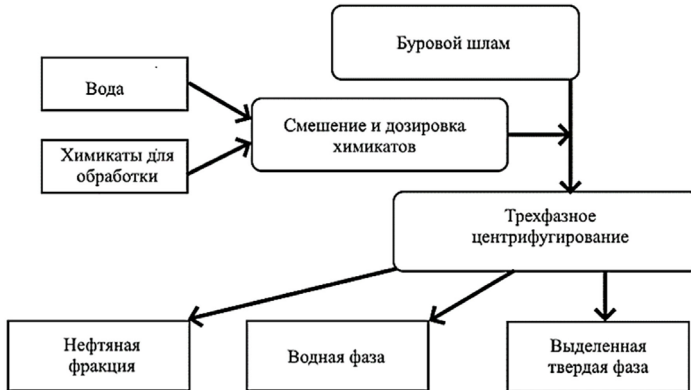


Рис. 3. Технологическая схема химического метода переработки бурового шлама

Подводя итог можно сказать, что в нашей стране и за рубежом разрабатываются различные способы получения из бурового шлама строительных материалов, которые имеют технологические характеристики, отвечающие требованиям и низкую себестоимость. В этом случае появится возможность создать резерв местных минеральных ресурсов и снизить нагрузку на окружающую среду.

Литература

1. Савельев В. Н. Полигон по утилизации и переработке отходов бурения и нефтедобычи: Принципиальные технологические решения. Кн. 3. Разработка принципиальных технологических решений по обезвреживанию и утилизации буровых шламов и нефтезагрязненных песков. Сургут: НГДУ, 1996. 101 с.
2. Утилизация бурового шлама [Электронный ресурс] // service-ecology.ru; сайт ООО «Сервис-Экология». [Б. м.], 2013. URL: <https://service-ecology.ru/uslugi/utilizatsiia-burovogo-shlama> (дата обращения: 22.03.2020).
3. Ягафарова Г. Г. Утилизация экологически опасных буровых отходов // Нефтегазовое дело. 2006. № 3. С. 21–28.

4. Декантер Flottweg [Электронный ресурс] // flottweg.com: сайт компании Flottweg. [Б. м.], 2020. URL: <https://www.flottweg.com/ru/product-lines/decanter/z-series/> (дата обращения: 22.03.2020).

5. Установка очистки грунтов от нефтесодержащих отходов УОГ-15 [Электронный ресурс] // ekanter.ru: сайт ООО «НПО Декантер». [Б. м.], 2020. URL: <http://www.dekanter.ru/detail.php?id=42> (дата обращения: 22.03.2020).

УДК 69.05

Юлия Борисовна Альбекова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: albekova0612@yandex.ru

Yulia Borisovna Albekova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: albekova0612@yandex.ru

ЖИЛЫЕ ЗДАНИЯ СФЕРИЧЕСКОЙ И ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ МОНТАЖА

RESIDENTIAL BUILDINGS OF SPHERICAL AND CYLINDRICAL SHAPE AND THEIR INSTALLATION TECHNOLOGY

Сфера, как архитектурная форма, используется человеком с доисторических времен и, несмотря на преимущества прямоугольной формы, заключающиеся в простоте расчетов и планирования, реализуется все с большей популярностью в проектах частных домов. Объяснение этому кроется в определенных преимуществах формы, а также в возможностях, которые предоставляет строительной индустрии век новых материалов и технологий производства работ. Данная статья является попыткой ответить на вопрос, являются ли современные жилые постройки круглого типа заказом моды или функциональным и архитектурно-конструктивным решением.

Ключевые слова: купольный дом, купол, цилиндр, сфера, технология, монтаж.

The sphere, as an architectural form, has been used by man since prehistoric times and, despite the advantages of a rectangular shape, consisting in simplicity of calculations and planning, is being implemented with increasing popularity in projects of private homes. The explanation for this lies in certain advantages of the form, as well as in the opportunities offered to the construction industry by the age

of new materials and production technologies. This article is an attempt to answer the question whether modern residential buildings of the round type are a fashion order or a functional and architectural design solution.

Keywords: domed house, dome, cylinder, sphere, technology, installation.

Древнейшие поселения из домов с круглым основанием, о которых современная археология имеет сведения, датируются десятками веков до нашей эры. Традиционные постройки круглых жилищ народов, живущих в западной части Европы, считаются наследием кельтской культуры, в то время как подобные сооружения на юге Африки, в Океании и Средней Азии имеют самостоятельное происхождение.

Круглая форма в строительстве у разных народов была востребована по разным причинам. Народы, живущие в условиях крайнего севера или же в местах со скудной растительностью, не имели в широком доступе длинномерных материалов, поэтому строили свои дома из того, что было под рукой в избытке – снега или земли с глиной. Строению из подобных материалов легко придается обтекаемая форма. Примерами, это подтверждающими, могут послужить такие виды жилищ, как иглу, хоган. Степные кочевники при создании жилых сооружений избегали углов с целью снизить сопротивляемость конструкции ветру – юрта до сих пор пользуется популярностью у казахстанских, киргизских и монгольских животноводов. Предки современных хорватов и ирландцев строили округлые хижины при помощи сухой кладки, самого архаичного метода каменного строительства, вероятно, с целью увеличения сейсмостойкости построек. Оба вида сооружений могли представлять собой воплощение одних и тех же кельтских традиций, несмотря на различное предназначение [1].

На сегодняшний день сферические и цилиндрические конструкции – необычное и популярное решение жилищной архитектуры [2]. Круглая форма позволяет придать строению энергоэффективность и устойчивость выше, чем у обычных построек, при меньших затратах на строительные материалы. Округлые конструкции можно разделить на 3 вида: сферические или, как их

еще называют купольные, а также цилиндрические и сводчатые. Последний тип конструкции выноситься на рассмотрение в статье не будет, так как предполагает четырехугольник в основании.

Опираясь на немногочисленные отзывы людей с форумов с соответствующей тематикой, можно утверждать, что основные причины выбора будущих владельцев домов круглой формы кроются в таких параметрах, как органичность, объем и экономичность жилья. Рассмотрим их все по порядку. Эстетическое преимущество очевидно: плавные, округлые линии притягивают людей, в то время как острые углы ассоциативно вызывают чувство беспокойства – такое восприятие лежит в основе живой природы. Что касается объема, особенность заключается в том, что круг обладает меньшим периметром, чем любой многоугольник с той же площадью. А периметр, применительно к домостроению – это стены дома, от величины которых зависит не только бюджет стройки, но и тепловые потери в отопительный сезон. То есть, содержание круглых домов более экономично, чем четырехугольных [3].

Нельзя не отметить высокие аэродинамические и акустические свойства зданий круглого сечения: обтекаемая форма обеспечивает повышенную устойчивость к ветру и пониженный уровень внешнего шума. Кроме ветровых нагрузок современные конструкции круглых домов способны достойно справиться с теми, что представлены в виде сезонных осадков или землетрясений. На купольных постройках осадки скапливаются в практически незаметных количествах, свойства же цилиндрических сооружений зависят от вида крыши на ней [4].

В строительстве цилиндрических вариантов домов применимы практически все технологии обычного строительства. Основное отличие от домов стандартной формы, которое необходимо учитывать при их проектировании - нелинейное распределение нагрузок в перекрытиях. В таких домах может служить вспомогательной опорой центральная колонна или внутренняя стена, особенность роли которой необходимо будет учитывать при возведении фундамента [5].

Что касается домов-полусфер, то их проектирование осложнено куда большим количеством деталей. Взять хотя бы уже рассмотренное достоинство круглого дома – экономия материала за счет меньшей поверхности стен, чем у стандартной постройки. По математическим выкладкам площадь стен снижается таким образом почти на треть. Однако, учитывая специфичность конструкции, по факту стоимость квадратного метра получится примерно такой же, как для каркасного жилища обычной формы. Вдобавок, остается больше отходов строительных материалов, так как *строительный рынок максимально адаптирован под материалы прямоугольной формы*. Это снижает экономическую целесообразность, которая возникает из-за меньшей площади стен [6].

В чем экономия проявится, так это в сборке кровли: после покрытия купола отходов, по статистике, остается в 3 раза меньше сравнению со скатными крышами. Хотя и здесь есть свои нюансы: не всякий кровельный материал подойдет по жесткости и форме.

Отсутствие внутренних несущих конструкций обеспечивает широкий выбор планировки, тем не менее, он может быть усложнен решениями по сопряжению стандартных элементов интерьера с наклонными стенами. Да и в сочетании внешних криволинейных стен с вертикальными перегородками гармоничность теряется.

С окнами в куполообразном доме тоже не все однозначно. С одной стороны, округлая форма крыши позволяет встроить их в любом количестве без потери устойчивости конструкции, а также немало способствует естественной циркуляции воздуха. С другой стороны окна, располагающиеся в кровле, должны быть мансардного типа, что недешево и менее надежно.

Известны две основные конструкции купольных зданий – геодезический и стратодезический.

Геодезический купол – одно из практических применений фуллеровской геометрии, основанной на векторном разбиении пространства [7]. Основная единица такого деления – тетраэдр, грани которого располагаются на геодезических линиях (кратчайшие линии, соединяющие две точки на криволинейной поверхности).

Такое развитие позволяет добиться оптимального заполнения пространства и наиболее полного использования структурной прочности материалов (рис. 1).



Рис. 1. Геодезический купол [2]

В современной практике широко применяются решения по изготовлению геодезических куполов из металлических и железобетонных конструкций. Однако, авторы статьи считают, что сочетание древесины и полимерных материалов в конструкции геодезических куполов представляет собой наиболее выигрышную комбинацию по всем направлениям: инженерно-техническим, финансово-экономическим, энергетическим и особенно важным экологическим [8].

Купол собирают из секции трапецеидальной формы, устанавливая нижнее и верхнее распорные кольца (рис. 2). Каркас нужно обшивать по мере установки стоек, т. е. второй ряд собирается только после того, как обшит первый, а третий ряд после второго и т. д. Так как в не обшитом виде – каркас имеет большую несущую способность по вертикальным нагрузкам и практически не устойчив к нагрузкам на скручивание. После того как все грани обшиты, он становится жестким и устойчивым.



Рис. 2. Стратодезический купол [2]

У каждой конструкции есть свои плюсы и минусы. Стоит отметить некоторые из них.

Если потребуется убрать некоторые элементы в стратодезической сфере, то необходимо приступать к усилению конструкций только после выполненного расчета. В то время как геодезический каркас купола, при условии правильной сборки и надежной фиксации коннекторов, утратив до 40 % элементов каркаса – будет спокойно стоять и не разрушиться.

Монтаж геодезического купола можно выполнять секциями способом наращивания (снизу-вверх) или подращивания (сверху-вниз).

В отличие от домов-полусфер, цилиндрические здания с планировкой и размещением окон проблем не имеют. Все стены в них вертикальны, что позволяет без проблем стыковать помещения между собой. Размещение массивных и настенных элементов интерьера не является затруднительным, а остекление есть возможность осуществить традиционными методами без переplat и возможных протечек в будущем.

Круглые дома нельзя назвать классикой современной архитектуры, тем не менее, уже сейчас становится видным наличие определенного опыта и новых наработок архитектурно-строительной

индустрии, связанных с криволинейными формами в жилом домостроении. Далеко не все застройщики отдают им предпочтение, тем не менее, такие конструкции все чаще становятся оптимальным решением загородного жилья.

Из проведенного исследования можно сделать вывод, что, помимо следования эстетическим запросам настоящего времени, жилые сооружения круглой формы имеют и более веские основания быть востребованными. Экономичность содержания, высокие акустические свойства, сейсмостойкость, разнообразие вариантов сборки и монтажа – лишь малая часть того, что делает их функциональным и эргономичным решением.

Литература

1. Жилища народов мира // Коротко и ясно о самом интересном: благотворительная стенгазета. Вып. № 88. URL: <https://xn----stb8d.xn--p1ai/Portfolio/88/> (дата обращения: 30.03.2020).
2. Геодезический vs стратодезический купольные дома – 2, URL: https://zen.yandex.ru/media/s_v/geodezicheskii-vs-stratodezicheskii-kupolnye-doma-2-5b01d9d5c3321bdea7457264 (дата обращения: 31.03.2020).
3. Кузьева Н. А., Горбунова В. С. Купольные конструкции как способ реализации новых архитектурных идей // Перспективы науки и образования. 2014. № 1. С. 269–272.
4. Попова Е. И., Башенко Н. Н., Сорвачев А. И., Чуприна О. Д. Поверхность купола как элемент энергоэффективности ограждающих конструкций // Вестник Сибирского государственного политехнического университета. 2017. № 2(20). С. 30–34.
5. Круглый дом. Виды круглых домов. Строительство круглых домов // Дом подробно. URL: https://dompodrobno.ru/kruglyi_dom/ (дата обращения: 30.03.2020).
6. Круглый загородный дом – преимущества и недостатки // Open village. URL: <https://openvillage.ru/journal/%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%BB%D1%8B%D0%B9%D0%B7%D0%B0%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D0%B4%D0%BE%D0%BC/> (дата обращения: 31.03.2020).
7. Фуллер Р. Геодезические купола. URL: <https://ongreenway.org/2014/12/geosfera-fullera-geodezicheskij-kupo/> (дата обращения 02.03.20).
8. Zhivotov D., Tilinin Y. Experimental studies of the strength of nodal joints of geodesic domes made of wood and fiberglass made on a 3D printer for the Arctic

and Northern territories // The Publication Series of LAB University of Applied Sciences, part 2. Becoming greener – digitalization in my work International Week 10.–14.2.202. Lappeenranta, 2020. P. 57–65.

УДК 693

*Александра Сергеевна Данилова, студент
Анастасия Тимуровна Коваленко, студент
Александр Валерьевич Петиков, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sdanilova2000@mail.ru,
prost.nastya16@mail.ru,
petikov-aleksandr@mail.ru*

*Alexandra Sergeevna Danilova, student
Anastasia Timurovna Kovalenko, student
Aleksander Valerievich Petikov, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sdanilova2000@mail.ru,
prost.nastya16@mail.ru,
petikov-aleksandr@mail.ru*

**СОВРЕМЕННЫЕ ФАСАДНЫЕ СИСТЕМЫ
КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ**

**MODERN FACADE SYSTEMS FOR BRICK
BUILDINGS**

С середины девяностых годов в России начали стремительно распространяться технологичные, эстетичные и эффективные фасадные системы. На нашем рынке появились новые строительные материалы и технологии устройства навесных и мокрых фасадов различных видов. Благодаря этим технологиям, такая сложная инженерная задача, как отделка фасадов зданий была решена.

Существует ряд требований к любой наружной отделке фасада, это:

- 1) Механическая прочность и стойкость к ветровым, механическим и эксплуатационным воздействиям, а также влагостойкость материалов;
- 2) Теплоизоляция. Фасад зачастую бывает источником больших теплотерь, чтобы избежать этого, необходимо использовать материалы с низкой теплопроводностью;
- 3) Долговечность. Так как постоянная реконструкция – это совсем не дешёвое дело, наружная отделка должна оставаться симпатичной и прочной в течение долгих лет;
- 4) Привлекательный внешний вид. Как говорится, «встречают по одежке», а значит, «лицо» нашего здания должно оставаться всегда привлекательным;
- 5) Звукоизоляция. Естественно, фасадная система не должна пропускать шумы во внутренние помещения здания.

Далее мы рассмотрим наиболее популярные варианты наружной отделки кирпичных стен.

Ключевые слова: фасадные системы, наружная отделка, строительные материалы, теплоизоляция, долговечность.

Since the mid-nineties technological, aesthetic and efficient facade systems started to spread rapidly in Russia. New construction materials and technologies for the construction of ventilated and wet facades of various types have appeared. Thanks to these technologies, such a complex engineering task as facades finishing was solved.

There are a number of requirements for any external facade finishing:

1) Mechanical strength and resistance to wind, mechanical and operational influences as well as moisture resistance of materials;

2) Thermal insulation. Facades are often the source of large heat loss and to avoid this, it is necessary to use materials with low thermal conductivity;

3) Longevity. Since permanent renovation is not a cheap thing to do, exterior finishes should remain nice and durable for many years;

4) Attractive appearance. As is said, «people judge book by cover», which means that the «face» of building should always remain being attractive;

5) Soundproofing. Naturally, the facade system should not allow noise to enter the interior of the building.

In the following, we will consider the most popular options for exterior decoration of brick walls.

Keywords: facade systems, exterior decoration, building materials, heat insulation, durability.

1. Штукатурка по кирпичу

Преимущества:

- Внешний вид. Штукатурка позволяет окрасить фасад в любой цвет, оттенок и даже совмещать их с мозаикой, камнем и другими декоративными элементами.

- Паропроницаемость. Штукатурка без проблем пропускает пар, а это исключает риск появления грибка и плесени.

- Относительно небольшой вес. Следовательно, нагрузка на фундамент не сильно увеличится, значит, и усиление не понадобится.

- Экологично. Так как используются в основном нетоксичные и натуральные составляющие.

- Простота эксплуатации. Такая отделка легко очищается путём мойки и поддаётся ремонту.

Недостатки:

- Сложность выполнения. Изначально кажется, что метод оштукатуривания достаточно прост, однако этот процесс лучше доверить профессионалам, ведь переделывать потом весь фасад получится дороже.

- Температурный режим. Если за окном где-то меньше 5 градусов Цельсия, не стоит начинать штукатурить стены. Если больше 50 градусов, тоже лучше отложить этот процесс, ведь штукатурка – та ещё капризная дама в этом вопросе.

- Малая механическая прочность. Часто ли вы видели сколы или трещины на оштукатуренных фасадах? Можете не отвечать, это очевидно.

2. Мокрый фасад (СФТК – Системы фасадные теплоизоляционные композиционные – с утеплителем)

Внешне мокрый фасад может быть похож на штукатурку, однако он представляет собой сложную конструкцию из слоёв утеплителя, армирующей сетки, грунтовки, шпатлевки, отделочной штукатурки и других декоративных элементов.

Такая наружная отделка может называться «мокрый фасад», когда предполагается способ монтажа, в котором присутствуют материалы, монтирующиеся в «мокрое» состояние. Например, клеевые и штукатурные слои [1].

Такая фасадная система может устанавливаться на любых типах зданий и любой этажности, даёт возможность разных вариантов отделки, позволяет снизить затраты на отопление, повышает звукоизоляцию и защищает от внешнего воздействия стены здания [1]. Кроме того, данная фасадная отделка отличается низкой стоимостью: это одна из самых дешевых фасадных систем с утеплителем, и высокой энергоэффективностью, так как позволяет перекрыть сплошным контуром все возможные мостики холода.

Если говорить о недостатках, то тут очевидны высокие требования к условиям монтажа (температура от +5 °С), необходимость подготовки поверхности стен, наличие высокой квалификации монтажников.

3. Облицовка штучными материалами

Наиболее популярными видами штучных облицовочных материалов являются камни, клинкерная и керамическая плитка. Такая облицовка долго служит, защищает стены от атмосферных воздействий и придает фасаду интересный внешний вид. Однако, из-за цены этой облицовки и невозможности наружного утепления, чаще используется комбинированная отделка фасада: штучными материалами покрывают цоколь или углы здания.

Облицовка натуральным камнем – один из самых дорогих, но при этом качественный и долговечный способ отделки фасада. Для облицовки широко применяются мрамор, гранит, известняк и песчаник. Искусственный камень имеет больше расцветок и фактур, позволяя реализовать различные решения. Монтаж осуществляют на оштукатуренную поверхность, используя клей.

Керамическую плитку производят из глины, путём обжига до спекания. Она может быть гладкой или иметь узор и текстуру. Для облицовки фасада чаще всего применяется неглазурованная рельефная керамическая плитка, имитирующая натуральный камень. Такая отделка обладает стойкостью к атмосферным воздействиям, однако важно при монтаже надежно заделать швы между плитками затиркой, чтобы предотвратить увлажнение.

Клинкерная плитка является хорошей альтернативой керамической. Она изготавливается из сланцевых глин по особой технологии обжига. По сравнению с керамической имеет большую морозостойкость, прочность и стойкость к агрессивной среде и ультрафиолету. Облицовка плиткой возможна по утеплителю при условии двойного армирования сеткой.

4. Навесные системы с вентзазором

Навесная фасадная система с вентзазором все чаще используется для отделки частных и коммерческих зданий. Такая система представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из теплоизоляционного слоя, воздушной прослойки, металлической обрешётки и облицовочных панелей.

Ключевой составляющей такого фасада является воздушный зазор, размерами от 40 до 110 мм, обеспечивающий движение потока воздуха за счёт разницы атмосферного давления, что не позволяет скапливаться конденсату на поверхности или внутри стены. При расчете сопротивления теплопередаче воздушную прослойку иногда считают дополнительным теплоизоляционным слоем, но вклад воздушного зазора в сопротивление теплопередаче составляет всего $0,13 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ и не зависит от толщины [2].

В качестве утеплителя в основном используется минеральная вата. Фасадные панели не защищают ее от осадков, поэтому вату покрывают специальной односторонней пароизоляционной мембраной или используют плиты с уже имеющейся гидро-ветрозащитой.

Для облицовки навесных фасадов используют панели из металла, пластика, натурального и искусственного камня и различных композитных материалов.

Навесной вентфасад отличается высокими теплоизолирующими свойствами, что позволяет существенно сократить затраты на отопление и кондиционирование здания. Такому фасаду не страшны осадки и при грамотной установке он прослужит более 50 лет.

Стоит отметить, что вентилируемый фасад для здания высотой более 10 м нуждается в детальном проекте. А сложность выполнения углов примыканий и необходимость наличия специального оборудования (гибочники, клёпочники) не позволяют широко применять эту систему в индивидуальном строительстве. Однако есть бюджетный подвид, который применим в частном сегменте: обрешетка из оцинкованных профилей или дерева, по которым ставится ПВХ сайдинг, блок-хаус, вагонка и пр.

5. Слоистая кладка

Широко применяться слоистые стены с лицевым кирпичным слоем в странах СНГ начали с середины 90-х гг. XX в. после ужесточения нормативных требований к сопротивлению теплопередаче. Введение новых норм побудило применять трёхслойные конструкции наружных стен с утеплителем 120–150 мм толщиной [3; 4].

Слоистая кладка, которая также называется трёхслойной, относится к энергоэффективным конструкциям. Устройство кладки такого типа включает в себя: несущую стену из кирпича, теплоизоляционный слой и облицовку, также выполненную из кирпича, покрытого штукатуркой или плиткой.

Внутренний слой обычно выполняется на цементно-песчаном растворе в 1,5 или 2 кирпича. Наружная часть выполняется толщиной в полкирпича. Для теплоизоляции часто применяется базальтовая вата. Пенополистирол или минвата также используются, но имеют недостатки: пенополистирол обладает невысокой огнестойкостью и имеет невысокую паропроницаемость, что приводит к грибку, а минеральная вата теряет свойства при увлажнении.

В процессе монтажа может выполняться зазор, 2–5 см, между утеплителем и облицовкой, чтобы не допустить образование конденсата в толще стены и порчи теплоизоляции. Для вентиляции выполняются продухи.

К преимуществам такого типа кладки следует отнести, во-первых, долговечность и прочность конструкции. Во-вторых, низкие тепловые потери. В-третьих, выразительный вид. Недостатки, в первую очередь, вызваны строением конструкции и связаны с промерзанием облицовочного слоя, наличием значительного числа мостиков холода, а также малой паропроницаемостью и возможностью выпадения росы между слоями стены. Помимо этого, к недостаткам относится сложность возведения конструкции и укладки утеплителя, и малый срок его службы, до 30 лет.

6. Термопанели с утеплителем

В наше время фасадные термопанели получили широкое применение благодаря высокой энергоэффективности. Теплоизоляционные материалы в данном покрытии помогают снизить энергетические и тепловые потери здания, что положительно влияет на комфортабельность и экономичность.

Существует два популярных способа изготовления панелей. Первый – это термопрессование керамических плиток в материал утеплителя. Второй заключается в отдельном создании теплоизолирующего материала и отделочного слоя с последующим скреплением с помощью клея [5].

Монтаж термопанелей зависит от типа стен и может быть каркасный и бескаркасный. Перед установкой исправляют неровности стен или ставят обрешётку. Нижний слой устанавливается на профиль и обрабатывается монтажной пеной. Плиты крепят с помощью клея и дюбелей. После монтажа делается затирка швов между плитами с помощью морозостойких составов.

Главные преимущества: износостойкость, удобство монтажа, высокие теплоизоляционные свойства, биостойкость, срок службы не менее 25 лет и экологичность. Помимо этого, к достоинствам панелей относится малый вес, до 26 кг на 1 м², снижающий нагрузку на несущие конструкции. Утепление термопанелями снижает расходы на отопление до 40 % [6]. В свою очередь к недостаткам относятся стоимость, невысокая паропроницаемость, которая, а также высокие требования к качеству проводимого монтажа.

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что кирпичное домостроение в наше время широко шагнуло вперёд в сфере создания наружных ограждающих конструкций и фасадной отделки зданий. Благодаря появлению новых технологий, позволяющих уберечь конструкции из кирпича от температурных и атмосферных воздействий, понизить энерго- и теплопотери здания, кирпичное строительство продолжает оставаться популярным и актуальным, несмотря на значительную конкуренцию.

Здания из кирпича, защищённые современными фасадными системами являются надёжными и долговечными, и обеспечивают комфортное пребывание людей в помещениях в любое время года. Главный недостаток для всех фасадных конструкций – это значительная цена материалов, которая, однако, является оправданной и со временем снижает эксплуатационные потери здания.

Литература

1. Система фасадная теплоизоляционная композитная // BauStore: Информационный портал магазина строительных материалов для отделки фасада. URL: <https://bau-store.ru/sftk/> (дата обращения: 16.05.2020).
2. EN ISO 6946-2008 Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method. URL: <https://shop.bsigroup.com/ProductDetail?pid=00000000030127651> (accessed on: 15.05.2020).
3. Деркач В. Н., Орлович Р. Б. Вопросы качества и долговечности облицовки слоистых каменных стен // Magazine of civil engineering. 2011. № 2. С. 42–47.
4. Умнякова Н. П. Долговечность трёхслойных стен с облицовкой из кирпича с высоким уровнем тепловой защиты // Вестник МГСУ. 2013. № 1. С. 94–98.
5. Гусейнова М. Р. Фасадные термопанели // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2017. № 1. С. 56–59.
6. Ахмедьянова Л. В., Грошева Е. С. Архитектурно-композиционное решение фасадов при реконструкции жилых зданий // Молодежь и XXI в. 2015. материалы V Международной молодежной научной конференции: в 3-х томах. Курск, 26–27 февраля 2015 г. Курск, 2015. С. 239–241.

УДК 694.5

Айгуль Халимовна Ерандова,
студент
Александра Васильевна Меркулова,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: aigul-zd@mail.ru,
alexandra.merkulowa@gmail.com

Aigul Halimovna Erandova,
student
Alexandra Vasilevna Merkulova,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: aigul-zd@mail.ru,
alexandra.merkulowa@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО- СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ФАХВЕРКОВЫХ ДОМАХ. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

FEATURES OF ARCHITECTURAL AND CONSTRUCTIONAL STRUCTURES IN FACHWERK HOUSES. CONSTRUCTION TECHNOLOGY

В современном обществе жизнь за городом становится актуальнее. Соответствующие моменту современные технологии позволяют специалистам работать удаленно, что вызывает увеличение спроса на земельные участки в черте города. Многие семьи выбирают жилье бизнес или премиум-класса, как правило, это местность с идеальной экологией, но в то же время с хорошей транспортной доступностью и развитой инфраструктурой. Важным достоинством загородного дома становятся эффектные видовые характеристики на горы, озеро, море и т. д. Строительство дома по каркасным (фахверковым) технологиям набирает популярность благодаря своим техническим характеристикам и достоинствам. Методика возведения и эксплуатации такого дома имеет свои особенности, что мы рассмотрим в данной статье.

Ключевые слова: фахверк, загородное строительство, элитное жилье, технология строительства, особенности фахверкового строительства.

In modern society, life in the countryside is becoming more and more prestigious. Present technologies allow specialists to work remotely, which causes a ramp-up for land lots within the city limits. Young and promising specialists choose a business or premium housing, as a rule, this is an area with perfect ecology, but at the same time

with good transport accessibility and developed infrastructure. Elite houses necessarily have spectacular views characteristics on the mountains, lake, sea, etc. House building in fachwerk style is gaining popularity due to its technical performance and advantages. However, the technology of construction and operation of such a house has its own characteristics, which makes the fachwerk house even more unique.

Keywords: fachwerk, suburban construction, elite housing, construction technology, features of fachwerk construction.

Фахверковое строительство зародилось в XIV в. в Германии и стало очень популярно в Европе. Пространство между деревянными элементами (стойками и прогонами) в старину заполняли глиной, армируя ее камышом, плетением из веток или глиняным саманом и кирпичом. В современном строительстве пространство между балками в большинстве случаев заполняют стеклом или эффективным утеплителем [1].

Дом в стиле фахверк – это каркасный дом, особенностями которого являются деревянные стойки больших сечений с шагом до 6 м. В современном фахверке они делаются из клеёного бруса [2]. Он обладает высокими теплоизоляционными и огнеупорными свойствами, не деформируется, не растрескивается и не гниет. Дом не требует дополнительной отделки и является экологически чистым. Однако главная особенность этой технологии строительства состоит в том, что вначале возводятся не стены, а остов дома, то есть его каркас.

Для возведения среднестатистического дома в 200 м², достаточно бруса сечением 150×150 мм, однако опытные строители и проектировщики используют брус сечением 200×200 мм или 200×250 мм. Такой прием используют для того, чтобы визуально дом выглядел массивно и внушал доверие к несущим конструкциям.

Фундамент выбирается в зависимости от типа грунта, материала стен, веса дома. Фахверк – это легкое каркасное строительство, с минимальным использованием кирпича и бетона. В основном устанавливается винтовой свайный или плиточный фундамент.

Подходя к выбору ограждающих конструкций фахверка необходимо соблюдать следующие требования: стены тоньше, чем брус; прочные, устойчивые к неблагоприятным погодным воздействиям и обладающие низкой теплопроводностью.

Основным материалом для верхнего покрытия здания является гибкая кровля. Свес достаточно большой – до 1,5 м. Это позволяет защитить стены и деревянный каркас от намокания [3].

Возведение фахверкового дома привлекает своим сроком исполнения. Для сборки остова требуется бригада из 5–6 человек. Компании, занимающиеся фахверковым строительством, предлагают подготовленный каркас, который собирается бригадой за 5–7 дней. Внешний контур дома представляют следующие элементы:

1. Нижняя обвязка. Выполняет функцию ростверка – верхней части свайного фундамента, которая принимает и равномерно распределяет нагрузку.

2. Угловые стойки. Мощные колонны из бруса широкого сечения, ограничивающие боковые части торцов дома.

3. Стойки внешнего контура. Представляют собой вертикальные элементы каркаса фахверковой постройки.

4. Балки и ригели. Горизонтальные элементы, соединяющие вертикальные стойки.

5. Балки перекрытия.

6. Раскосы. Наклонные балки, придающие жесткость конструкции, которые в современных фахверковых конструкциях монтируются не всегда.

7. Межэтажная обвязка. Усиливает верхнюю часть стен, принимающих на себя основную нагрузку от перекрытий.

8. Стропильная система. Состоит из деревянных стоек, ригелей, стропил и опирается на верхнюю обвязку, которая выполняет функцию мауэрлата [4].

Далее устраивают крышу, заполняют ячейки панелями и стеклом, проводятся электромонтажные работы и внутренняя отделка. Дом готов к эксплуатации.

Из эстетических соображений, необходимо продумать вид на близлежащей территории, чтобы использовать главное преимущество фахверка – большие панорамные окна. Растущая популярность объясняется не только экономичностью и надежностью, но и практичностью технологии. Поскольку опорой здания служит жесткий каркас, ограждающие конструкции не испытывают нагрузки. Следовательно, становится возможным заполнить большие площади ограждающих конструкций стеклом [5].

Фахверковые дома имеют ряд преимуществ:

- возможность использования второго света;
- возможность увеличения площади остекления и более эффективное использование естественного освещения;
- панорамное остекление, которое успешно применяют в каркасном строительстве, расширяет пространство и впускает естественный свет в интерьер;
- лёгкость конструкций. Это свойство фахверка позволяет снизить нагрузку на фундамент, использовать мелкозаглублённый фундамент, а значит, сократить общее время строительства;
- просторные помещения. Такая возможность появляется благодаря использованию клеёного бруса, который способен перекрывать довольно большие пролёты;
- скорость сборки. Классический деревянный фахверковый дом не требует наличия тяжёлой строительной техники и может быть собран за несколько дней;
- современный фахверковый дом не подвержен усадке.

Из недостатков фахверкового строительства можно выделить обязательную обработку дерева огнеупорными и водоотталкивающими составами, технические возможности местности (наличие заводов по производству клееного бруса необходимой длины и сечения) и возможность подъезда к стройке крупногабаритной техники.

В результате проделанного анализа можно сделать вывод о том, что фахверковые дома – это перспективная отрасль строительства, характерной чертой которого, является декоративное подчеркивание элементов деревянного каркаса на фасаде, в отличие от тра-

диционного каркасного строительства, где остов зашивается или закладывается другими материалами. Этот архитектурный прием находится в соответствии с принципом «правды конструкции», сообщает зданию тектоничность и художественную выразительность. Однако не стоит путать его с ложным фахверком, выполняемым наложением на оштукатуренную поверхность стены, бруска, создающего внешнее сходство с фахверком.

Фахверковое строительство набирает популярность за счет своей экологичности, быстроты возведения, надежности и декоративного вида. В Санкт-Петербурге уже есть целые поселки, застроенные фахверковыми зданиями, которые активно развиваются и заселяются.

Литература

1. Гавриков Д. С. Эволюция понимания основ теории фахверковой архитектуры // Архитектура и время. 2014. № 2. С. 6–8.
2. Деревянные дома: журнал. 2014. № 3(55). URL: <https://houses.ru/woodhouses-magazine/articles/page17/> (дата обращения: 15.05.2020).
3. Баскаева Н. И. Фахверк: технология с 700-летней историей // Деревообрабатывающая промышленность. 2012. № 4. С. 53–55.
4. Самойлов В. С. Строительство деревянного дома. М.: Аделант, 2007. 384 с.
5. Дидевич А. Умный» фахверк // Кровельные и изоляционные материалы. М.: Композит, 2013. С. 16–17.

УДК 728.22

Алта Артемовна Крикун, студент
Карина Витальевна Цай, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: *altakrikun@gmail.com*,
karina.tsay17@gmail.com

Alta Artemovna Krikun, student
Karina Vital'evna Tzay, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: *altakrikun@gmail.com*;
karina.tsay17@gmail.com

РЕНОВАЦИИ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЖИЛЫХ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

RENOVATION OF SPACE-PLANNING AND DESIGN SOLUTIONS OF RESIDENTIAL LARGE-PANEL BUILDINGS ON THE EXAMPLE OF FOREIGN EXPERIENCE

Работа посвящена анализу зарубежного опыта по реновации объемно-планировочных и конструктивных решений жилых крупнопанельных зданий. В статье приведен обзор методов решения проблем, связанных с проживанием и эксплуатацией устаревшего жилищного фонда. Рассмотрены конкретные примеры по реализации комплексного подхода к данной сложившейся ситуации, актуальной не только для нашей страны, но и для стран Восточной и Западной Европы, в которых во второй половине XX в. было широко распространено крупнопанельное жилищное строительство. На сегодняшний момент перед специалистами стоит серьезная задача по выбору оптимального подхода к проблеме устаревшего жилищного фонда: первый подход заключается в сносе существующей застройки и строительстве новых объектов на этой территории, а второй поход – реновация с учетом современных требований энергоэффективности и повышения энергосбережения. При этом важным фактором является создание нового архитектурного облика существующей застройки, комфортной и безопасной среды жизнедеятельности населения данных районов, учитывая их социальную направленность.

Ключевые слова: реновация, реконструкция, крупнопанельное домостроение, многоквартирные жилые здания, сборные конструкции.

This paper analyses international expertise in renovation of large-panel housing space planning and construction solutions. A review of responses to the chal-

allenges concerning inhabitation and exploitation of obsolete housing stock is also introduced. Cases of using the comprehensive approach under such circumstances, relevant not only to Russia, but also to many East and West Europe countries where large-panel housing construction was common, too, are considered. At present experts are facing the challenge of selecting an optimal approach to solving the obsolete housing problem. The first approach lies in demolition of existing buildings and erecting new housing stock on the vacated areas, while the second is renovation as up-to-date energy-efficiency requirements and increase in energy savings are taken into account. Still forming the new architectural face of the existing development, safe and comfortable environment for the residents of such districts with due regard for their social nature stays an important factor.

Keywords: renovation, reconstruction, large-panel housing construction, multi-apartment residential buildings, prefabricated structures.

Развитие энергосбережения и повышение энергоэффективности в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве является одним из приоритетов каждого государства. Устаревший жилищный фонд обладает огромными теплотерями и перегревом через ограждающие конструкции, что приводит к чрезмерно завышенным коммунальным платежам, связанным с поддержанием комфортных условий проживания в квартирах. Таким образом, в строительном секторе Европы важными мероприятиями являются сокращение потребления энергии, использование возобновляемых источников энергии, которые необходимы для снижения энергетической зависимости стран Европы, и сокращения эмиссии парниковых газов. Совокупность действующих факторов в результате приводит к снижению уровня качества жизни в целом [1]. По этим причинам особо актуальной проблемой становится дальнейшая судьба устаревающего жилого фонда панельного домостроения как в Европе, так и в странах бывшего Советского Союза, где данный тип застройки имел массовое распространение во второй половине XX в.

Известно, что в 1950-е гг. в нескольких европейских странах была принята государственная политика, нацеленная на быстрое решение жилищной проблемы. Технологической основой жилищного строительства, вначале в Дании и Франции, а затем и в других

странах, стало полносборное домостроение с изготовлением железобетонных элементов зданий на предприятиях и последующей сборкой их на строительной площадке (рис. 1).



Рис. 1. Строительство панельного дома. Источник: livejournal.com

Технология полносборного домостроения обеспечивала максимальную скорость возведения зданий, что давало ей приоритет перед традиционными технологиями строительства.

Наибольшие масштабы приобрело полносборное строительство в Советском Союзе. Преференции в получении земельных участков и кредитовании, данные такому строительству государствами, обеспечивали решение острых социальных задач [2]. Командная система управления экономикой привела к тому, что до 90 % жилья в городах строилось методом полносборного домостроения. Однако, несмотря на высокую технологичность изготовления панелей, архитектурный вид зданий и городской среды в итоге получились аскетичными. В результате на данный момент времени существует огромное наследие в виде морально и физически устаревших домов данного типа конструкций.

В странах Западной Европы обозначенные проблемы начали решать с конца XX в., после ликвидации острой жилищной проблемы, в частности, в 1980-е гг. начался процесс сноса или реконструкции полносборных домов. Однако, не физический износ конструкций, а моральный износ зданий был причиной реконструкции

территорий 1960-х гг. Ужесточение требований по энергосбережению к жилым зданиям при эксплуатации, появился массовый платёжеспособный спрос на более высокое качество городской среды, стали известны исследования жизни людей в многоэтажной высокоплотной застройке, в которых был зафиксирован вред для здоровья населения и для социальных отношений при превышении определённых параметров [3].

1. Подходы к реконструкции старого жилого фонда

В зависимости от экономической ситуации в той или иной стране или городе применялись и применяются два разных подхода к реконструкции. Первый подход – тотальный или частичный снос полносборных зданий и новое строительство на расчищенной территории. Второй подход к реконструкции заключается в сохранении полностью или частично несущих конструкции зданий, построенных в 1960-е гг., но трансформация внешнего облика.

1.1. Снос и новое строительство

В европейских странах такой снос, как правило, касается многоэтажных зданий высотой в 9–12 этажей, построенных в 1970-х гг., которые применялись для повышения плотности застройки. Новая застройка ведётся с меньшей высотой и меньшей плотностью населения. При сносе домов были изучены социальные последствия переселения жителей. Разрушенные соседские связи, перемена места работы, смена школы для детей – издержки сноса старых жилых зданий оказались слишком велики [4]. Отчасти они компенсируются улучшением жилищных условий: лучшей квартирой или более качественной городской средой.

Наиболее сложная финансовая проблема при сносе – это стоимость расселения жителей. Подход к реконструкции со сносом возможен, как видно из опыта, только при участии в проекте го-

сударственного (городского) финансирования, которое необходимо при расселении жителей. Новое строительство успешно финансируется частными застройщиками.

1.2. Реконструктивные мероприятия

На сегодняшний день в целях модернизации жилищного фонда, сбережения энергии и рационального использования природных ресурсов властями разных стран разработаны государственные программы по реновации устаревшего жилищного фонда. Эти программы рассчитаны на длительную перспективу, в них прописан комплекс мероприятий, направленный не только на улучшение жилищных условий граждан, но и на повышение социальной сплочённости жителей районов [5].

Повышение эффективности использования территории должно быть достигнуто реализацией новых жилых площадей в существующих зданиях 2–5 этажей и объектах нового строительства: примером может служить секция вставка между существующими корпусами и пристраиваемые торцевые секции (рис. 2).



Рис. 2. Примеры вставки корпуса и пристроенного торца

Увеличение жилого фонда за счёт надстроек и вставок должно быть не более чем 25 %. Это с одной стороны, обеспечивает достаточное количество квартир для продажи, с другой стороны – несущественно влияет на социальную и инженерную инфраструктуру. Баланс затрат и доходов и является критерием удачности модели [6].

Помимо надстройки этажей, реконструктивные и ремонтные мероприятия, применяемые к пятиэтажным домам, должны включать:

- устройство примыкающих к лестничным клеткам лифтов и входных групп;
- пристройку на отдельных металлических опорах лоджий, не предусмотренных в домах типовых серий;
- переоборудование первых этажей с устройством квартир для маломобильных групп населения с отдельными входами;
- устройство одноэтажных крытых автостоянок, примыкающих к первым этажам, оборудованных эксплуатируемыми кровлями с размещением детских, спортивных площадок и площадок для отдыха взрослых;
- устройство помещений кладовых, используемых жильцами домов в переоборудуемых первых этажах;
- утепление и отделку фасадов;
- замену заполнений наружных проёмов;
- замену и ремонт внутридомовых инженерных коммуникаций и оборудования [7].

2. Анализ опыта реконструкции

2.1. Изменение объемно-планировочных и конструктивных решений

Такие меры, как изменение этажности: надстройка или снос этажей, демонтаж или трансформация блоков, могут существенно изменить не только внешний облик здания, но и трансформировать его конструктивные решения.

Снос верхних этажей характерен для районов, из которых наблюдается отток населения. Частичное удаление верхних этажей позволяет создать ступенчатый объем с большими крышами и террасами. Такой прием был выполнен в ходе реновации панельного жилья в немецком городе Галле (проект *Stefan Forster Architekten*), а также в Лайнефельде (рис. 3) [8].



Рис. 3. Пример сноса верхних этажей и трансформации блоков:
а), б) – проект *Stefan Forster Architekten* в Гале;
в) – проект в Лайнефельде. Фото: *Stefan Forster Architekten*

Демонтаж и трансформация блоков были осуществлены в ходе реконструкции «Дома 07» (проект «Восточного возрождения») (рис. 4). Существующее 180-метровое пятиэтажное здание было разделено на 8 отдельных четырехэтажных многоквартирных домов, объединенных непрерывной стеной с восточной стороны.

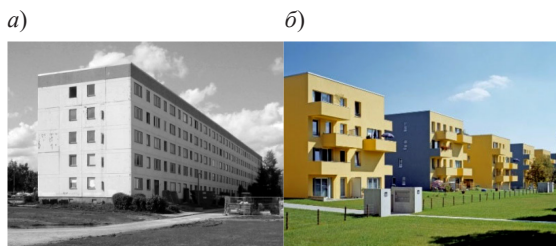


Рис. 4. Пример демонтажа и трансформации блоков:
а) – до проведения реновации; б) – после проведения реновации.
Фото: *Stefan Forster Architekten*

Примером надстройки этажей может стать проект 2017 г. на территории *Alakiventie* в Хельсинки (рис. 5). Это первый в исполнении финской компании *LEHTO* проект такого рода. На пятом и шестом этаже появилось 34 новых квартиры площадью от 35 до 83 м², что увеличило общую площадь жилых помещений на 25 % (с 7261 м² до 9083 м²). Изменения фасада придали объекту современный вид.

Дополнительно была отремонтирована территория двора, добавлены парковочные места для автомобилей и велосипедов. Новые площади для продажи позволили жилищной компании финансировать реновацию устаревшего фонда. В частности, компания заявляет, что продажа прав на добавление новых этажей является идеальным способом для финансирования реконструкции трубопровода. Стоит отметить, что в ходе работы над объектом жильцы дома не выезжали из своих квартир. Компания использовала собственное производство фабрикованных модулей, исключив риски, связанные с погодными условиями, и ускорив процесс строительства [9].



Рис. 5. Пример надстройки этажей в Хельсинки.
Источник: lehto.fi/en/referenssit/alakiventie-helsinki/

Другой иллюстрацией креативного объемно-планировочного решения в ходе реконструкции может стать проект 2014 г. «*Prefab House*» (рис. 6, 7) архитектурного бюро *GutGut* в южном словацком городе Римавска-Собота [10]. По словам архитекторов, дом должен был вписаться в контекст и одновременно раскрыть части своего интерьера. Складские помещения первого этажа были перепрофилированы под кафе, спортзал и сауну, которые имели между собой общую наружную террасу. Отличительной чертой обновленных минималистичных фасадов стали подвесные стальные балконы. Реконструкция также включала в себя удаление некоторых перегородок, перепланировку, усиливающую пространственный характер квартир, лучшие из которых были расположены в надстроенном десятом этаже.



Рис. 6. Фасад жилого дома *Prefab House*:

а) – до реконструкции; б) – после реконструкции.

Источник: archdaily.com/602181/prefab-house-in-rimavska-sobota-gutgut

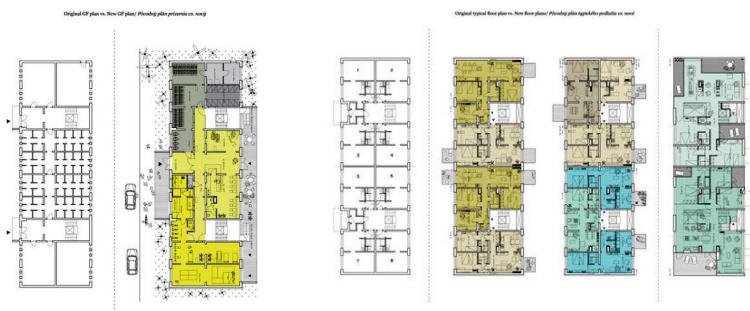


Рис. 7. Проект перепланировки этажей жилого дома *Prefab House*.

Источник: archdaily.com/602181/prefab-house-in-rimavska-sobota-gutgut

От европейского опыта сильно отличается китайский. В 2019 г. завершилась реконструкция панельного дома в Гуанчжоу (рис. 8) по проекту бюро *TEAM_BLDG* [11]. Целью работы было создание воспроизводимого шаблона для решения проблемы, касающейся сложностей реконструкции в условиях нехватки финансирования и запутанности инфраструктуры поселков городского типа (*urban villages*), которые занимают площадь 716 км² Гуанчжоу и в которых проживает 6 млн человек. Исходные ситуации для Европы и Китая имеют не много общего, интересно рассмотреть мероприятия, осуществляемые на Востоке в ходе реконструкции крупноблочных жи-

лых зданий, пришедших в негодность. Чаще всего рассматриваемые территории застроены домами коридорного типа 1950-60-х гг. в форме «спички», то есть отсутствуют какие-либо балконы, что не отвечает нуждам жильцов, и как следствие, на фасадах хаотично появляются пристроенные каждым по отдельности объемы. Архитекторы описали, что первой ассоциацией, когда они приехали на будущую строительную площадку, стала «уникальная текстура» светлого и шумного городского пространства, что отразилось на новом облике фасада, главным требованием для которого стало создание связи и интеграции с городом. Команда на протяжении долгого времени изучала метод штамповки алюминиевых пластин и искала нужные пропорции рисунка, в результате придя к волнообразной форме перфорированных пластин, простирающаяся от двух концов атриума наружу. Это позволило не утяжелять конструкцию здания в целом. Полупрозрачный слой не препятствовал проникновению света. Заказчик надеется, что такая трансформация позволит избавиться от закрепившегося образа старой и грязной городской деревни и создать эталонную картинку жилья, комфортного для долгосрочной аренды.



Рис. 8. Реконструкция панельного дома в Гуанчжоу по проекту бюро *TEAM_BLDG*: а), в) – экстерьеры; б) – интерьеры.

Источник: archdaily.com/939215/the-village-team-bldg?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects

Следующим примером реконструкции, включающей в себя серьезные объемно-планировочные изменения, является проект

1990–1996 гг. французского архитектора Роланда Кастро (рис. 9) на набережной порта Роан [12]. Существующий силуэт вытянутой в длину монотонной застройки (два здания длиной 80 м и 160 м) путем удаления и добавления объемов принял волнообразный вид.

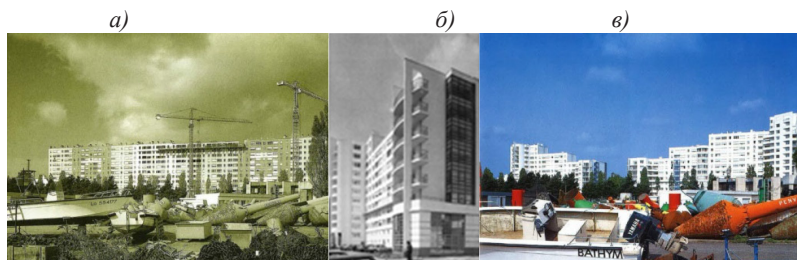


Рис. 9. Проект реконструкции жилых домов на набережной порта Роан французского архитектора Роланда Кастро (1990–1996 гг.):

а) – строительство; б) – внешний облик; в) – современное состояние.

Источник: amc-archi.com/photos/equerre-d-argent-1996-mention-roland-castro-et-sophie-denissof-restructuration-du-quai-de-rohan-a-lorient,2868/apres-restructuration-restr.1

Центральный 160-метровый объем разделили пополам, удалив часть посередине для расширения улицы и создания перспективы в направлении моря. Следующие по бокам блоки возвышались на 2 этажа, затем на 4 этажа и так далее до торца жилого дома. Монотонность фасадов была прервана пристроенными балконами, лоджиями и террасами. Потерянные в ходе данных мероприятий площади были восстановлены за счет пристройки трехэтажных торцевых секций, перпендикулярных к линии основной застройки, что позволило разграничить общественное (проект дизайнера Ронано Десормо) и частное пространства. Характерными чертами застройки до 90-го г. были низкое качество железобетонных панелей, плохая звукоизоляция, маленькие вестибюли. После реконструкции было предусмотрено разделение жилья по планировкам: для студентов, пенсионеров, студии для художников и так далее. Ремонтные работы носили различный характер: от минимальных для соответствия

современным стандартам до значительных, таких как расширение гостиной за счет уменьшения площади кухонь и добавления типовых эркеров. Количество планировок увеличилось с пяти до сорока восьми. Итогом проекта стало преобразование территории из зоны социальной отчужденности и экономической деградации в процветающую зону, активно интегрированную в ткань города (см. рис. 9).

2.2. Трансформация отдельных архитектурно-конструктивных элементов

Вторичное использование панелей в качестве сырья для преобразования домов в ходе их реконструкции позволяет сократить расходы на материалы. Этим активно пользуется одна из шести муниципальных жилищных компаний в Берлине Howoge, реализующая программы реновации домов времен ГДР и обладающая портфелем недвижимости, состоящим из 70308 квартир, основной жилищный фонд которого составляют сборные здания 1970-х и 1980-х гг. С начала 1990-х гг. Howoge стремится к энерго-эффективному обновлению. Для примера можно рассмотреть комплекс из 10-ти и 11-ти этажных сборных зданий серии *WBS70* (рис. 10), построенных в 1988 г. в Берлинском районе *Vauvorhaben* по адресу *Frankfurter Allee 163–167* [13]. С 2014 г. здесь прошла полная реконструкция 170 квартир, варьирующихся от 3 до 4 комнат площадью от 65 до 92 м². Входы в дом стали доступными для маломобильных групп населения, были обновлены лифты, реконструированы лестничные клетки, санузлы, отремонтированы окна, крыши, трубопроводные системы, системы отопления и фасады в соответствии с современными требованиями, предъявляемыми к энергоэффективности жилых зданий.

2.3. Применение современных энергоэффективных строительных материалов и технологий

Внутренняя модернизация инженерных коммуникаций (кондиционирование, дополнительная теплоизоляция и водосберегаю-

щее оборудование) совместно с внесением изменений в конструктивные особенности является еще одним способом проведения реновации жилого фонда.



Рис. 10. Реконструкция жилых домов в Берлине, построенных по серии *WBS70*, район *Bauvorhaben* (1988 г.)

Источник: howoge.de/sanierungsprojekte/frankfurter-allee-163-167.html

В странах с холодным климатом модернизация зданий предполагает повышение характеристик энергоэффективности: использование современных инженерных технологий, направленных на снижение энергозатрат на отопление, расход воды, электроэнергию путем создания систем управления микроклиматом. В пример можно привести установку солнечных панелей (рис. 11) на ограждении балконов и лоджий. Благодаря этому дом будет обеспечен дополнительной энергией, также это может послужить декоративным элементом фасада.

В домах устанавливаются радиаторы, оборудованные индивидуальными счетчиками. Такие решения обеспечивают удобную систему, которая дает точное распределение затрат и способствует энергоэффективности.

В многих домах отсутствовали лифты. Из-за невозможности установки лифта в самом доме было принято решение вводить новшества. Лестничный колодец и лифт были размещены перед домом (рис. 12). Жители входят в прихожую через застекленные со-

единительные мосты. Это имеет дополнительное преимущество, заключающееся в том, что здание может быть подчеркнута и не выглядит одинаково вокруг. Вход в дом расположен на лестничной площадке, посередине между первым и вторым этажами, куда можно подняться по лестнице [14].

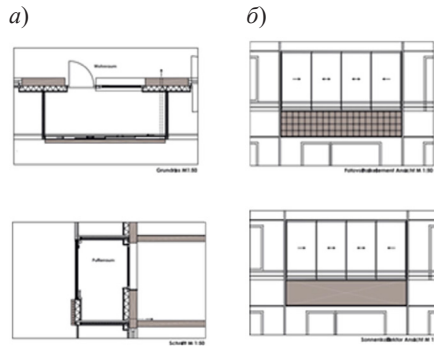


Рис. 11. Пример установки солнечных панелей:
а) – на плане и разрезе; б) – фасадах зданий



Рис. 12. Пристройка лестнично-лифтового узла

Согласно документу «Национальная стратегия реконструкции зданий в целях улучшения их показателей энергоэффективности»

(в оригинале «*National strategy for the reconstruction of buildings to improve energy efficiency*» [15]), составленному при эстонском министерстве экономики и коммуникаций, к зданиям некоторых классов энергоэффективности предъявляется требование установок систем вентиляции с рекуперацией тепла.

3. Комплексный подход к реновации жилья

Примером комплексного подхода к реновации панельного дома может стать опыт в Братиславе [16]. Экспертами был проведен анализ конструктивного и морального износа, предложены мероприятия и концепция их реализации. Это был многоквартирный дом с подвальным, первым нежилым и 12 жилыми этажами (рис. 13).

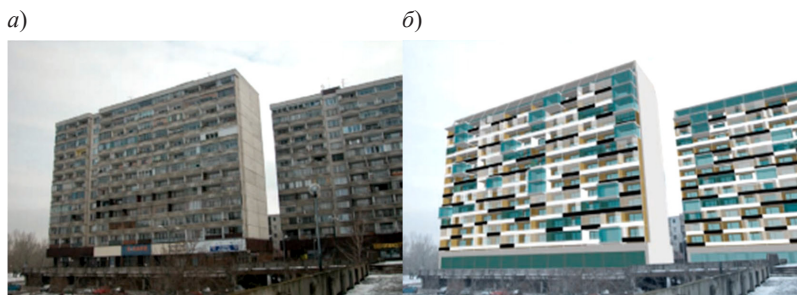


Рис. 13. Комплексная реновация жилого 12-ти этажного дома в Братиславе:
а) – до реконструкции; б) – после реконструкции
Источник: nachhaltigwirtschaften.at

Неоформленная входная группа, отсутствие доступа для маломобильных групп населения, плохая звуко- и теплоизоляция, малая площадь некоторых помещений (кухня, С/У), поврежденное состояние балконов и лоджий, плохая герметизация стыков между панелями, неправильные уклоны потолочных плит, приводящие к проникновению влаги и коррозии – это неполный список выявленных функциональных и конструктивных недостатков.

Критерием выбора подлежащих выполнению мероприятий было прежде всего повышение удобства использования балконов и лоджий, возможности пространственного расширения и индивидуализации фасада при одновременном снижении тепловых потерь. Используемые для реконструкции материалы и компоненты выбраны на основе таких критериев, как безопасность, возобновляемость сырья, минимизация последующих затрат, легкая взаимозаменяемость.

Первым шагом для реализации концепции стала продажа площадей кровли и площадей подвального и первого нежилого этажей для финансирования строительных работ; вторым – снос лоджий, возведение висячих конструкций, переоборудование чердака; третьим – расширение площадей на уровне первого этажа с помощью дополнительных модулей.

Итогом комплексного подхода к реновации стали следующие функциональные улучшения:

- появление квартир для маломобильных групп населения;
- создание складских помещений вне квартир;
- создание сушилок для разгрузки небольших ваннных комнат;
- появление общих зон и площадей для офисов;
- редизайн лоджий/балконов и входной группы;
- дизайн фасада;
- создание парковки для велосипедов;
- организация раздельного сбора мусора;
- внедрение альтернативных источников энергии: солнечных батарей и фотогальваники.

Выводы

Таким образом, был проведен анализ зарубежного опыта по реновации объемно-планировочных и конструктивных решений жилых крупнопанельных зданий. Общим для всех проектов стало то, что данные мероприятия были нацелены на достижение соответствия современным требованиям энергоэффективности, повы-

шение энергосбережения, создание нового архитектурного облика существующей застройки, способствующего возникновению среды, благоприятной для развития сообществ, проживающих на одной территории, и повышение их социальной сплоченности. Успех реализованных проектов обусловлен также большим объемом предварительной работы, включавшей в себя анализ ситуации и территории, экспертизу конструкций, взаимодействие с гражданами, построение расчетных, финансовых и проектных моделей, повышение эффективности использования территории. Все это позволяло принимать наиболее релевантные решения в каждой конкретной ситуации. Были рассмотрены такие реконструктивные мероприятия, как изменение объемно-планировочных и конструктивных решений на примере опыта Финляндии, Германии, Франции, трансформация отдельных архитектурно-конструктивных элементов, а также применение современных энерго-эффективных строительных материалов и технологий. Приведен обзор комплексного подхода к реновации на примере опыта Братиславы. Стоит отметить, что комбинация гибкости модульной системы и внесения разнообразных изменений в формообразующие объемы зданий дает простор для создания индивидуального архитектурного облика каждого проекта. Можно сделать вывод, что такой подход к проблеме устаревшего жилищного фонда, представленного крупнопанельными зданиями, как реновация, применим для России, однако крайне важны координация и точечное применение различных мер, согласно предварительному комплексному анализу территорий.

Литература

1. Пастух О. А., Елистратов В. Н. Комплексный подход к реновации Мадрида с учетом программы Mad-Re и требований мультикомфортного дома (на примере квартала Colonia Ciudad Pegaso) // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. № 3(76). С. 173–184.
2. Иванов Д. С., Головина С. Г. Зарубежный опыт реновации индустриальной жилой застройки // Архитектура – Строительство – Транспорт: Материалы

71-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. 7–9 октября 2015 г. Ч. 1. Архитектура и строительство; СПбГАСУ. СПб., 2015. С. 191–197.

3. Deilmann Harald. Wohnbereich, Wohnquartiere / Harald Deilmann, Gerhard Bickenbach, Herbert Pfeifer. Stuttgart: Karl Krämer Verlag, 1977.

4. Глазычев В. Л. Урбанистика. М.: Европа, 2008. 220 с.

5. Elistratov V., Pastukh O., Golovina S., Elistratov N. Renovation of the block in Madrid in accordance with criteria of ISOVER Multicomfort House // E3S Web of Conferences. 2019. P. 02005. DOI: 10.1051/e3sconf/20199102005.

6. Linov V., Ivanov D., Building up: creating new homes on top of refurbished post-war estates // Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering. 2018. V. 171. Issue 4. P. 186–192. DOI: 10.1680/jcien.18.00006.

7. Иванов Д. С. Факторы, влияющие на успешность реализации реновации индустриальной жилой застройки, на основе анализа зарубежного опыта // Материалы VIII Межрегиональной научно-практической конференции; в 2 т. СПб., 2018. С. 103–106.

8. ZukunftsWerkStadt* Urban Redevelopment In Leinefelde Südstadt Germany. URL: http://www.leinefelde-worbis.de/fileadmin/user_upload/bauamt/Bilder/Stadumbau_Leinefelde/Veroeffentlichungen/Studyvisit.pdf (accessed on: 01.04.2020).

9. Alakiventie, Helsinki. URL: <https://lehto.fi/en/referenssit/alakiventie-helsinki/> (accessed on: 01.04.2020).

10. Prefab House In Rimavska Sobota / GutGut // ArchDaily. URL: <https://www.archdaily.com/602181/prefab-house-in-rimavska-sobota-gutgut> (accessed on: 01.04.2020).

11. The Urban Village / TEAM_BLDG // ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/939215/the-village-team-bldg?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects (accessed on: 01.04.2020).

12. Équerre d'argent 1996 / Mention - Roland Castro et Sophie Denissof - Restructuration du quai de Rohan à Lorient. URL: <https://www.amc-archi.com/photos/equerre-d-argent-1996-mention-roland-castro-et-sophie-denissof-restructuration-du-quai-de-rohan-a-lorient,2868/apres-restructuration-restr.1> (accessed on: 01.04.2020).

13. Арендодатель в Германии. URL: <https://www.howoge.de/sanierungsprojekte/frankfurter-allee-163-167.html> (дата обращения: 01.04.2020).

14. Plattenbau-Typen // Jeder M2 DU: Das Plattenportal. URL: <https://www.jeder-qm-du.de/ueber-die-platte/plattenbau-typen/> (accessed on: 01.04.2020).

15. National strategy for the reconstruction of buildings to improve energy efficiency: Estonia's Notification to the European Commission on the basis of Article 4 of Directive 2012/27/EU. URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ee_building_renov_2017_en.pdf (accessed on: 01.04.2020).

16. REVITALISIERUNG mit S.A.M. Synergie aktivierende Module. Schriftenreihe 10/2004 B. Sandbichler Deutsch, 61 Seiten, vergriffen. URL: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/revitalisierung-mit-s-a-m-synergie-aktivierende-module.php> (accessed on: 01.04.2020).

УДК 624.131

Василий Геннадьевич Афанасьев,

студент

Светлана Алексеевна Бердникова,

студент

Ирина Сергеевна Кандыба,

студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: vasilii_afanasev@bk.ru,

shonyax@yandex.ru,

i.kandyba@icloud.com

Vasilii Gennadyevich Afanasyev,

student

Svetlana Alekseevna Berdnikova,

student

Irina Sergeevna Kandyba,

student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: vasilii_afanasev@bk.ru,

shonyax@yandex.ru,

i.kandyba@icloud.com

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЛИНИСТОЙ КОРКИ
НА УГОЛ ТРЕНИЯ НА КОНТАКТЕ
«КОНСТРУКЦИЯ – ГРУНТОВЫЙ МАССИВ»**

**EVALUATION OF THE INFLUENCE
OF MUD FILTER CAKE ON FRICTION ANGLE
ON CONTACT «CONSTRUCTION – GROUND»**

В данной статье исследовано влияние глинистого раствора на контактное трение между грунтом и конструкцией ограждения котлована типа «стена в грунте». Проведен анализ свойств глинистого раствора; рассмотрены процессы, происходящие в области грунта, непосредственно примыкающей к траншее, заполненной глинистым раствором. Приведены результаты лабораторного эксперимента по определению влияния глинистого раствора на величину угла поверхностного трения между песчаным грунтом и бетонной поверхностью, по результатам которого коэффициент условий работы γ_k отличается от значений данного коэффициента, которые рекомендуется принимать строительными нормами.

Ключевые слова: «стена в грунте», угол поверхностного трения, угол внутреннего трения, глинистый раствор, тиксотропность, коагуляция, глинистая корка.

In this article, the influence of mud fluid on the skin friction between the ground and the diaphragm wall is investigated. The properties of the mud fluid have been analysed and the processes occurring in the area of the soil immediately adjacent to the mud-filled trench. The results of the laboratory experiment of determining the influence of mud fluid on the value of the skin friction angle between the sand soil and the concrete surface are given, which showed that the coefficient γ_k is different from values, recommended by construction standards.

Keywords: diaphragm wall, skin friction angle, internal friction angle, mud fluid, thixotropy, coagulation, mud filter cake.

В настоящее время «стена в грунте», выполняемая траншейным способом, является наиболее эффективным методом выполнения ограждения котлована в условиях Санкт-Петербурга, так как обладает наиболее благоприятным сочетанием показателей по таким параметрам, как изгибная жесткость, водонепроницаемость и уровень динамического воздействия на фундаменты окружающей застройки при установке в проектное положение.

Применение данной технологии подразумевает отрывку траншеи под защитой глинистого раствора, опускание арматурного каркаса, заполнение траншеи бетонной смесью с вытеснением раствора, основная задача которого – удержание стенок траншеи при ее разработке. Также возможно опускание в траншею сборных железобетонных элементов, или бетонирование без применения глинистого раствора, если устойчивость стенок траншеи обеспечена.

При проектировании конструкций ограждения котлованов значительным фактором, влияющим проектное решение, являются силы трения на контакте конструкции и грунтового массива, которые по формуле, данной в п. 9.16 СП 22.13330.2016 [1], зависят главным образом от угла внутреннего трения грунта φ , а также от материала конструкции, гидрогеологических условий, технологии устройства.

Данные факторы учитываются в указанной формуле коэффициентом условий работы γ_k , значения которого, применительно к «стене в грунте», установлены следующими: 0,67 – для стен, бетонизируемых насухо; 0,33 – для монолитных и сборных стен, устраиваемых под глинистым раствором в водонасыщенных и любых грунтах соответственно. Таким образом, согласно российским нормам, применение технологии изготовления «стены в грунте» под защитой глинистого раствора приводит к снижению угла контактного трения в 2 раза. Причина данного эффекта заключается в особых процессах, происходящих на границе грунта и траншеи, заполненной глинистым раствором, и с целью рассмотрения механизма данного явления рассмотрим природу глинистого раствора.

Глинистый раствор представляет собой дисперсную систему, дисперсионной средой в которой выступает вода, а дисперсной фазой – взвешенные в растворе твердые частицы разных размеров: от крупных частиц глины и выбуренной породы ($10^{-4} \dots 1$ мм), присущих по размеру суспензиям, до скоплений десятков и сотен молекул – коллоидных частиц ($10^{-6} \dots 10^{-4}$ мм), образуемых глинистыми минералами.

Преимуществом глинистого раствора над другими видами буровых растворов является его способность удерживать частицы выбуренной породы в период прекращения работы траншеекопательного оборудования, что обусловлено его тиксотропностью – особым свойством данного раствора в состоянии покоя сохранять равномерное распределение дисперсной фазы по всему объему за счет образования неполных коагуляционных связей между глинистыми частицами, и при последующем механическом перемешивании переходить в первоначальное жидкое состояние.

Вторым преимуществом глинистого раствора является его способность образовывать водонепроницаемую глинистую пленку на стенках траншеи – глинистую корку, выполняющую впоследствии функцию гидроизоляции подземного сооружения.

Тиксотропные свойства раствора и гидроизоляционные свойства формирующейся глинистой корки зависят от вида использу-

емой для раствора глины. Как материалы для буровых растворов глины делятся на 3 вида:

- бентонитовые, состоящие преимущественно из глинистого минерала группы смектитов (монтмориллонита, сапонита, бойделлита и др.);
- глины, содержащие минералы всех групп и примеси частиц почвы;
- палыгорскитовые.

Перечисленные виды глин имеют различные свойства, что обусловлено особенностями их кристаллической структуры.

Глины первой группы, в особенности, монтмориллонитовые, обладают способностью набухать в воде и диспергироваться (распадаться на мельчайшие частицы), поэтому бентонитовые глины имеют гораздо больший выход раствора – объем раствора заданной вязкости, получаемый из 1 т глинопорошка, – чем все остальные глины. Бентонитовая глина имеет наилучшие тиксотропные свойства и образует тонкую глинистую пленку на стенках траншеи, проникая во все ее поры и трещины, в отличие от глин второй группы, при использовании которых устойчивость траншеи обеспечивается, но глинистая пленка не образуется [2]. Для растворов с применением полиминеральных глин рекомендуется назначать повышенную плотность, использовать химические реагенты для улучшения качества раствора, и в случае, если свойства глинистого раствора не удовлетворяют нормативным, добавлять бентонитовую глину [3].

Палыгорскитовые глины, в отличие от вышеперечисленных, диспергируются и образуют устойчивые буровые растворы не только в пресной, но и в соленой воде, благодаря чему их использование возможно при работе в солевых породах.

Согласно модели, описанной в работе [4], механизм процессов, происходящих на границе раздела грунта и глинистого раствора, можно представить следующим образом. Под действием разности гидростатического давления столба раствора и порового давления грунта, происходит фильтрация раствора в поры и трещины стенок

траншеи. При этом часть глинистых частиц, содержащихся в растворе, механически задерживается частицами грунтового скелета, образуя пленку толщиной 3–5 мм. Остальные частицы проникают вглубь грунта, скорость которых по мере движения снижается, и на определенной глубине они останавливаются. При этом частицами раствора и грунта протекают физико-химические реакции. Данное взаимодействие называется кольматацией. В результате описанных процессов формируется следующая схема притраншейной зоны (рис. 1).

Толщина слоя закольматированного грунта зависит от глубины траншеи, физико-механических характеристик грунта и тиксотропных свойств раствора. По данным исследований [5] на глубине 6–6,5 м в песках средней крупности глубина кольматации составила 7–9 см, а толщина глинистой пленки 3–4 мм. При этом свойства песчаного грунта в результате кольматации претерпели значительные качественные изменения: закольматированный слой представлял собой водонепроницаемую тугопластичную глину с коэффициентом фильтрации $k_f = 3,3 \cdot 10^{-8} - 3,3 \cdot 10^{-11}$ см/с, сцеплением $c = 0,01 - 0,025$ МПа и углом внутреннего трения $\varphi = 1 - 15^\circ$.

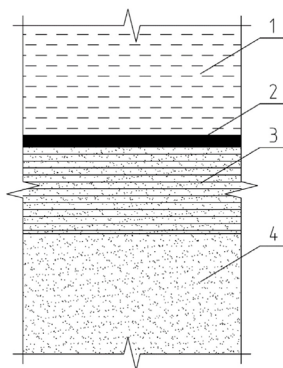


Рис. 1. Строение притраншейной области:
 1 – глинистый раствор; 2 – бентонитовая пленка;
 3 – закольматированный грунт; 4 – грунт в естественном состоянии

Таким образом, область грунта, непосредственно примыкающая к стенке траншеи, приобретает иные свойства по сравнению с природным состоянием, поэтому трение, возникающее на контакте конструкции, устраиваемой впоследствии в данной в траншее, и грунтом, отличается от контактного трения, возникающего в случае отсутствия глинистого раствора.

По *EN 1997-1:2008* [6], угол контактного трения определяется аналогичным российским нормам, однако для рассматриваемой конструкции значение коэффициента условия работы γ_k установлено равным 1,0 независимо от способа ее изготовления, что противоречит описанному выше механизму влияния глинистого раствора на стенки траншеи.

Для уточнения значения коэффициента γ_k для случая изготовления «стены в грунте» под глинистым раствором были проведены экспериментальные исследования, включавшие 2 этапа:

1) Исследование влияния фильтрации глинистого раствора на физико-механические свойства песчаного грунта. Глинистый раствор изготавливался с плотностью $\rho = 1,03 \text{ кг/м}^3$ из бентонитового глинопорошка, а фильтрация проводилась при давлении столба раствора 1 м. Образец песка, по зерновому составу относящийся к мелким пескам, имел коэффициент пористости $e = 0,54$ и начальную влажность $W = 10 \%$, удельное сцепление $c = 0,02 \text{ МПа}$ и угол внутреннего трения $\varphi = 31^\circ$.

По результатам проведенных испытаний получены зависимости изменения влажности характеристик песчаного грунта на разной глубине по направлению фильтрации от времени фильтрации (рис. 2). При фильтрации глинистого раствора влажность грунта с течением времени увеличивается, причем наибольший прирост влажности приходится на первый час фильтрации. По глубине фильтрации влажность уменьшается.

2) Сдвиговые испытания по определению угла контактного трения между бетонным материалом и песчаным грунтом, проводимые по консолидировано-дренированной схеме по ГОСТ 12248–2010 [7] при наличии и отсутствии между ними глинистой прослойки, моделирующей глинистую корку (рис. 3).

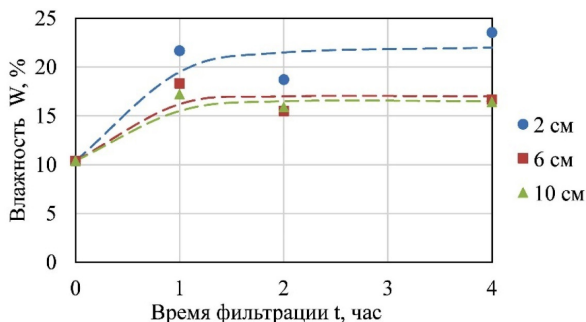


Рис. 2. Изменение влажности грунта с течением времени на различном расстоянии от глинистой корки

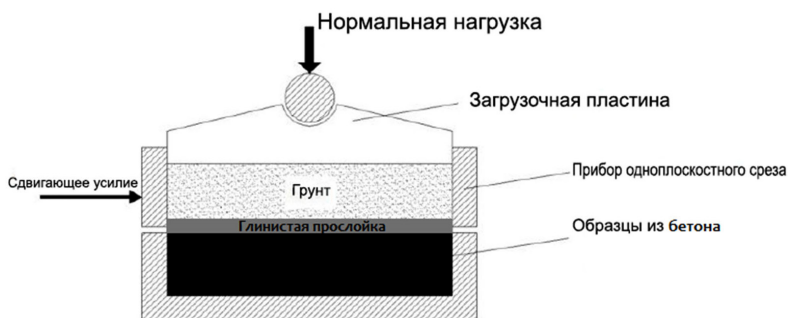


Рис. 3. Схема одноплоскостного сдвига

Характер обработки бетонной поверхности соответствовал изделию, изготовленному в заводских условиях, а влажность грунта по результатам первого этапа испытаний соответствовала максимальному водонасыщению. Графики зависимости деформаций от сдвиговой нагрузки представлены на рис. 4, 5.

В результате воздействия глинистого раствора угол контактного трения δ между песчаным грунтом и бетонной поверхностью уменьшился по сравнению с углом внутреннего трения грунта φ на 36 %: с 31° до $19,9^\circ$. При этом отдельные вклады от увеличе-

ния влажности в притраншейной зоне и от образования глинистой корки составили соответственно 20 % и 16 %.

Таким образом, значение коэффициента γ_k составило 0,64, что для сборной стены, устраиваемой под глинистым раствором, является промежуточным между значениями данного коэффициента по российским и европейским нормам.

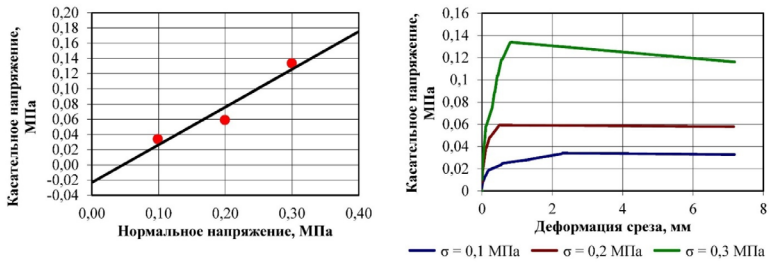


Рис. 4. Графики зависимости деформаций от сдвиговой нагрузки в отсутствие глинистой прослойки

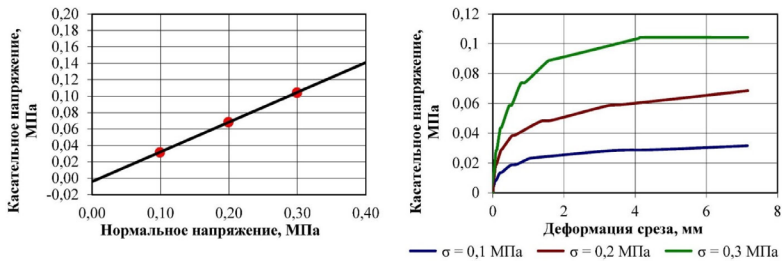


Рис. 5. Графики зависимости деформаций от сдвиговой нагрузки при наличии глинистой прослойки

На основании полученных данных можно сделать вывод о необходимости проведения дополнительных исследований по определению данного коэффициента при иных входных параметрах проведенного эксперимента (характеристики грунта и глинистого раствора) с целью уточнения положений действующих строительных норм.

Литература

1. СП 22.13330.2016. Свод правил. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений. М., 2016. 220 с.
2. Зубков Е. М., Перлей Е. М., Раюк В. Ф., Феоктистова Н. В., Шик С. П. Подземные сооружения, возводимые способом «стена в грунте». Л.: Стройиздат, Ленингр. отделение, 1977. 200 с.
3. СП 45.13330.2017. Свод правил. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. М., 2017. 171 с.
4. Михайлов Н. Н. Изменение физических свойств горных пород в окколесважинных зонах. М.: Недра, 1987. 152 с.
5. Феоктистова Н. В. Исследование свойств глинистых растворов, применяемых при строительстве сооружений способом «стена в грунте» // Труды ВНИИГС, вып. 35. Л.: Стройиздат, 1973.
6. EN 1997-1:2008. Eurocode 7: Geotechnical design. Part 1: General rules. URL: https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/WS2008/EN1997_3_Orr.pdf (accessed on: 23.03.2020).
7. ГОСТ 12248–2010. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М., Стандартинформ, 2012. 83 с.

УДК 624.131

Андрей Владимирович Бояринцев,
аспирант

Василий Геннадьевич Афанасьев, студент
Екатерина Сергеевна Сергунова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: Andrey_boyarintsev@mail.ru,
vasilii_afanasev@bk.ru,
siergunova@bk.ru

Andrey Vladimirovich Boyarintsev,
postgraduate student

Vasilii Gennadyevich Afanasyev, student
Ekaterina Sergeevna Sergunova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: Andrey_boyarintsev@mail.ru,
vasilii_afanasev@bk.ru,
siergunova@bk.ru

ОПЫТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ТРЕНИЯ ГРУНТА И РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF SKIN FRICTION BETWEEN SOIL AND VARIOUS STRUCTURAL MATERIALS

Сравнение отечественных норм, с данными, представленными в зарубежной литературе, свидетельствует о том, что значения коэффициентов, описывающих поверхностное трение, в отечественных нормах значительно занижены, что может привести к перерасходу материала. Кроме того, в отечественных нормах отсутствуют данные о трении грунтов по новым конструкционным материалам, например, стеклопластику, из которого, в последнее время, изготавливают ограждающие и несущие конструкций. Для уточнения значения этого коэффициента был произведен эксперимент: искусственно приготовленный глинистый грунт, при оптимальной влажности, сдвигался по образцам конструкционных материалов: металл и стеклопластик.

Ключевые слова: поверхностное трение, угол поверхностного трения, угол внутреннего трения, одноплоскостной срез, коэффициент снижения трения, висячие сваи, подпорные стенки.

Comparison of national standards with data presented in foreign literature indicates that the values of skin friction coefficient are significantly reduced in national norms, which may lead to overspending of material. Also, the national standards do not contain data on soil friction for new construction materials, such as fiber-

glass, which have recently been used for the production of enclosing and retaining structures. To clarify the value of the described coefficient, an experiment was performed: artificially prepared clay soil, at optimal humidity, was sheared against the samples of structural materials: metal and fiberglass

Keywords: skin friction, skin friction angle, internal friction angle, direct shear, coefficient of friction reduction, hanging piles, retaining walls.

Силы трения, возникающие на контакте подземных конструкций и грунтового массива в процессе их совместного деформирования, оказывают значительное влияние на характер их взаимодействия. При малых значениях сил поверхностного трения конструкция и грунт на их контакте практически не взаимодействуют, проскальзывая друг относительно друга. Напротив, когда данные силы сопоставимы с силами внутреннего трения грунта, деформирование конструкции и грунта на их контакте происходит совместно.

Силы поверхностного трения характеризуются углом поверхностного трения δ , и их влияние на работу конструкций, например, подпорных стен, наблюдается при определении бокового давления. Согласно теории Кулона для несвязного грунта формулы по определению бокового давления грунта выглядят следующим образом [1, с. 148–150]:

$$\sigma_{ah} = \gamma_z \cdot \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \rho)}{\cos(\alpha + \delta) \cos(\alpha - \rho)}}\right)^2}; \quad (1)$$

$$\sigma_{ph} = \gamma_z \cdot \frac{\cos^2(\varphi + \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \rho)}{\cos(\delta - \alpha) \cos(\rho - \alpha)}}\right)^2}, \quad (2)$$

где γ_z – удельный вес грунта, φ – угол внутреннего трения грунта, α – угол отклонения грани конструкции от вертикали, ρ – угол наклона поверхности грунта к горизонту, δ – угол трения грунта по материалу конструкции.

Анализ этих формул позволяет заключить, что при уменьшении δ активное давление грунта σ_{ah} увеличивается, а пассивное σ_{ph} – существенно уменьшается, что приводит к увеличению усилий в ограждающих конструкциях.

Описанная выше закономерность подтверждается численными экспериментами с применением метода конечных элементов. Так, в работе [2] показано, что для консольного шпунтового ограждения при уменьшении δ требуется большее заглубление для обеспечения устойчивости.

В исследовании [3] рассмотрена задача взаимодействия анкерных стен с грунтовым массивом, в рамках которой анализировалось напряженно-деформированное состояние конструкции ограждения котлована типа «стена в грунте» в процессе поэтапной разработки котлована при различных значениях угла контактного трения. По результатам данного исследования при изменении δ от 0 до φ изгибающий момент в «стене в грунте» и усилия в распорках уменьшаются на 15 % и 40 % соответственно (рис. 1).

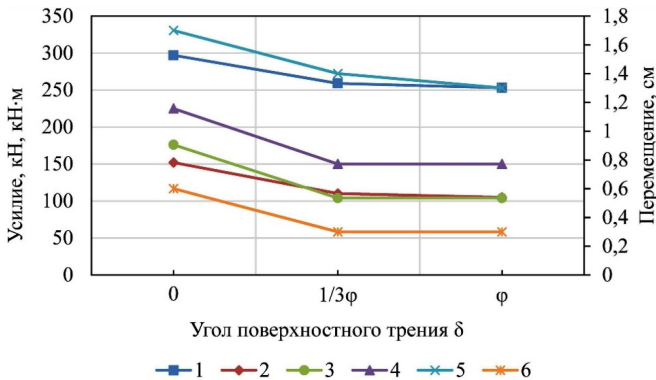


Рис. 1. Параметры НДС «стены в грунте» при различных значениях δ :
 1 – максимальный изгибающий момент M , кН·м;
 2 – максимальная поперечная сила Q , кН; 3 – натяжение 1-го яруса анкеров, кН;
 4 – натяжение 2-го яруса анкеров, кН; 5 – максимальное горизонтальное перемещение, см; 6 – осадка поверхности грунта, см

Знание механизмов, а также способов оценки сил поверхностного трения являются залогом проектирования технически и экономически оптимального варианта конструкции.

Самым эффективным средством получения информации о поверхностном трении является испытание на плоский сдвиг. В 1961 году были изучены параметры трения границы между некоторыми обычными строительными материалами (такими как бетон, сталь, древесина) и грунтом, представлявшим собой смеси песка и глины в четырех соотношениях [4]. Было обнаружено, что основными факторами, влияющими на взаимодействие конструкция грунта, являются шероховатость поверхности, содержание влаги, состав грунта и величина нормальной нагрузки.

Исследования, выполненные позднее, подтвердили влияние шероховатости поверхности материала конструкции [5; 6], причем было обнаружено также влияние также формы зерен грунта [7].

Влияние содержания влаги обусловлено изменением механических характеристик грунта при изменении влажности. По данным исследований [8; 9] при увеличении влажности песка от 0 до 16 % происходит уменьшение угла внутреннего трения с 39° до 33° , а при увеличении влажности супеси от 13 до 26 % ее угол внутреннего трения уменьшается с 26° до 11° .

Таким образом, угол поверхностного трения между грунтом и различными видами материалов свай и подпорных конструкций может принимать различные значения и зависит от целой совокупности факторов.

Существуют различные методики для определения угла поверхностного трения. Например, в 2016 году авторами исследования [10] была создана номограмма для оценки угла трения между грунтом и материалом, которая позволяет в полевых условиях определять угол поверхностного трения между грунтом и такими материалами, как стекловолокно, сталь и дерево на основе угла внутреннего трения грунта.

Согласно отечественным нормам по п. 9.16 [11], угол поверхностного трения рекомендуется определять через умножение вну-

тренного трения на коэффициент условий работы γ_k , принимаемый в зависимости от вида материала, гидрогеологических условий и технологии устройства. Подобный подход также встречается в зарубежных методиках [12].

В отечественных нормах значения коэффициентов отличаются от западных источников. Например, для металлических и деревянных конструкций, согласно российским нормам, значение коэффициента γ_k рекомендуется принимать равным от 0 до 0,33 в зависимости от гидрогеологических условий, тогда как по европейским нормам указанный коэффициент принимается равным от 0 до 0,67. Следовательно, проектное решение, полученное в результате расчетов по отечественной методике, получается с большим запасом, что может привести к перерасходу материала конструкции. Кроме этого, в указанных нормах отсутствуют данные о трении грунтов по новым конструкционным материалам, например, стеклопластику, из которого в последнее время начинают изготавливать ограждающие и несущие конструкции [13].

Для уточнения коэффициента γ_k , который используется при расчете угла поверхностного трения, были проведены сдвиговые испытания для определения угла поверхностного трения границы раздела между глинистым грунтом и такими материалами, как стеклопластик и металл. Грунт был изготовлен искусственно путем смешивания кварцевого песка, очищенного от пылеватых примесей, и глинопорошка, в соотношении 30/70 по массе, со следующими характеристиками: $W_{opt} = 8\%$, $\varphi = 36,9^\circ$, $c = 0,05$ МПа.

Испытание проводилось по ГОСТ 12248-2010 [14] при помощи прибора одноплоскостного среза. В нижнюю неподвижную часть прибора помещался образец материала, в верхнюю подвижную часть – грунт (рис. 2).

Графики зависимости деформаций от сдвиговой нагрузки представлены на рис. 3, 4 и 5.

На основе результатов испытаний были вычислены угол внутреннего трения грунта и углы поверхностного трения по каждому

материалу. Коэффициент γ_k вычислялся как отношение угла трения по поверхности к углу внутреннего трения грунта.

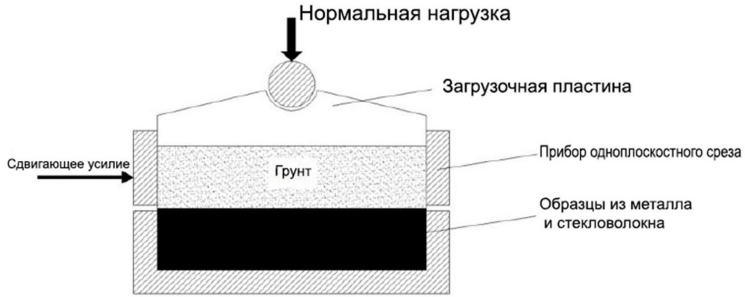


Рис. 2. Схема испытательной установки

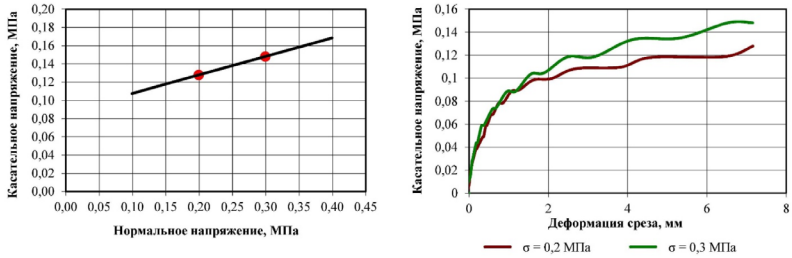


Рис. 3. Графики зависимости деформаций от сдвиговой нагрузки при сдвиге грунта по грунту

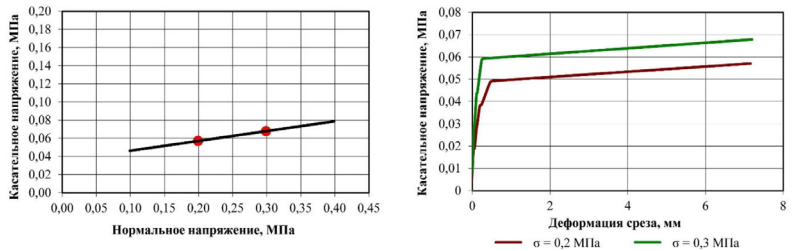


Рис. 4. Графики зависимости деформаций от сдвиговой нагрузки при сдвиге грунта по металлу

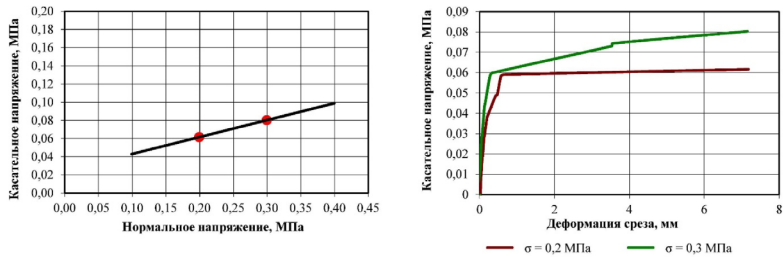


Рис. 5. Графики зависимости деформаций от сдвиговой нагрузки при сдвиге грунта по стекловолокну

В таблице сведены результаты выполненных сдвиговых испытаний, дополненные данными зарубежных исследований [10; 15].

Сводная таблица результатов сдвиговых испытаний грунта по различным материалам

Угол внутреннего трения φ , °	Сцепление c , кПа	Угол трения по материалу δ , °			Коэффициент снижения трения γ_k , д.е.		
		металл	бетон	стеклопластик	металл	бетон	стеклопластик
Н. S. Aksoy, M. Gör, and Esen Inal [10]							
28	–	18	–	22,7	0,64	–	0,81
35	–	27	–	32	0,77	–	0,91
41,5	–	29,2	–	36	0,7	–	0,87
A. Almallah, P. Sadeghian, and H. Nagggar. Canada [15]							
44,1	0	28,1	38,9	32,9	0,64	0,88	0,75
Собственные опыты							
22,62	28	15,68	–	–	0,69	–	–
11,46	90	6,16	–	10,55	0,54	–	0,92

Экспериментально полученные значения коэффициентов снижения трения γ_k для металла и стеклопластика сопоставимы с данными, полученными зарубежными исследованиями, исходя из чего можно сделать вывод о необходимости проведения дополнительных испытаний с целью уточнения данных коэффициентов и корректировки их значений в отечественных нормах. Кроме того, интересным было бы исследование трения о материалы слабых грунтов, характерных для геологических условий Санкт-Петербурга, так как зарубежные исследования касаются грунтов, обладающих значением угла внутреннего трения больше 28° .

Литература

1. Основания, фундаменты и подземные сооружения: справочник проектировщика / под общ. ред. Е. А. Сорочана и Ю. Г. Трофименкова. М.: Стройиздат, 1985. 480 с.
2. Гакал Е. С., Ершов А. В. О расчете консольного ограждения котлована // Актуальные проблемы строительства: Материалы 69-й Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов. СПб, 2016. С. 69–76.
3. Хасан Х. Ф. Взаимодействие анкерных конструкций «стена в грунте» с грунтовым массивом: дисс. канд. техн. наук. М.: МГСУ, 2001.
4. Potyondy J. G. Skin friction between various soils and construction materials // *Geotechnique*. 1961. Vol. 11. No. 4. P. 339–353.
5. Taha A. M. Interface Shear Behavior of Sensitive Marine Clays – Leda Clay. Theses. University of Ottawa, 2010. URL: <https://ruor.uottawa.ca/handle/10393/28768> (accessed on: 12.05.2020).
6. Rouaiguia, A. Residual shear strength of clay-structure interfaces // *Int. J. of Civil and Environmental Eng.* 2010. Vol. 10. No. 3. P. 6–18.
7. Paikowsky, S. G., Player, C. M., Connors, P. J. A dual interface apparatus for testing unrestricted friction of soil along solid surfaces // *Geotechnical Testing J.* 1995. Vol. 18. No. 2. P. 168–193.
8. Платов Н. А., Потапов А. Д., Лебедева М. Д. Песчаные грунты: научное издание. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. 256 с.
9. Джаманбаев М. Дж., Омуралиев С. Б. Влияние влажности на устойчивость склона и прочностные свойства суглинистых грунтов // *Проблемы современной науки и образования*. 2017. № 5. С. 116–119.
10. Aksoy H. S., Gör M., İnal E. A new design chart for estimating friction angle between soil and pile materials // *Geomechanics and Engineering*. 2016. Vol. 10. No. 3. P. 315–324.

11. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений (актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83*). М.: ФГУП ЦПП, 2016. 228 с.
12. EN 1997-1.2008. Eurocode 7: Geotechnical design. Part 1: General rules.
13. Бояринцев А. В., Ланько С. В. Анализ применения композитных материалов в геотехнике. IV Междунар. науч.-практ. молодеж. конф. по геотехнике: сб. матер. Тюмень, ТИУ, 2018, с. 5–10.
14. ГОСТ 12248-2010. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М., Стандартинформ, 2012. 83 с.
15. Ahmad Almallah, Pedram Sadeghian, Hany El Nagggar. Enhancing the interface friction between glass fiber-reinforced polymer sheets and sandy soils through sand coating // Geomechanics and Engineering. 2019. Vol. 14. URL: https://www.researchgate.net/publication/334067483_Enhancing_the_Interface_Friction_between_Glass_Fiber-Reinforced_Polymer_Sheets_and_Sandy_Soils_through_Sand_Coating (accessed on: 12.05.2020).

УДК 624.131.137

Андрей Владимирович Бояринцев,
аспирант

Валентина Алексеевна Матюшина,
студент

Екатерина Сергеевна Родионова,
студент

Анастасия Юрьевна Шорина, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Andrey_boyarintsev@mail.ru,
yalya98@mail.ru,
july.evans170307@gmail.com,
anastasia12shorina@mail.ru

Andrey Vladimirovich Boyarintsev,
postgraduate student

Valentina Alekseyevna Matyushina,
student

Yekaterina Sergeyevna Rodionova,
student

Anastasia Yurievna Shorina, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Andrey_boyarintsev@mail.ru,
yalya98@mail.ru,
july.evans170307@gmail.com,
anastasia12shorina@mail.ru

ОПЫТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ ГРУНТОВ

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF FROST HEAVING SPEED

На конструкцию оказывает разрушающее действие сила морозного пучения. Она имеет две составляющие – нормальную и касательную. Если влия-

яние нормальной составляющей давно изучено и исключено, то касательной, как правило, пренебрегают, но зачастую именно она вызывает выпучивание подземных конструкций.

Касательная составляющая определяется прочностью смерзания, которая зависит от нескольких факторов: температура окружающего воздуха и, следовательно, грунта, его тип, влажность, шероховатость поверхности конструкции, скорость приложения нагрузки, а также скорость приложения нагрузки.

В данной статье описывается экспериментальное определение величины скорости пучения для различных видов грунтов и установление соответствия между их видами и скоростью пучения.

По проведенным испытаниям был построен график, по данным которого можно дополнить таблицу ГОСТ и использовать полученные результаты в практических целях.

Ключевые слова: скорость пучения, прочность смерзания, морозное пучение, степень пучинистости, промерзание, деформация.

Frost heaving has a destructive effect on a construction. It consists of two components – normal and rotational force. The influence of normal component has been studied and excluded for a long time, whereas the influence of rotational component generally has been neglected, but in fact it often causes buckling of underground structures.

The tangent component is determined by the adfreezing strength, which depends on several components: the ambient air temperature and, consequently, the soil, the type of soil, water content, surface roughness of the structure, the rate of load application, as well as the rate of load application.

This article describes the experimental determination speed of frost heaving for various types of soils and the establishment of conformity between their types and speed of frost heaving.

Based on the tests, a diagram was built, according to which it is possible to supplement the GOST table for practical use.

Keywords: speed of heaving, freezing strength, frost heaving, degree of heaving, freezing, deformation.

1. Введение

Значительную часть территории нашей страны занимают сезоннопромерзающие грунты. При смене сезона вода в составе грунта попеременно оттаивает и снова замерзает.

Морозное пучение – это увеличение объема грунта при его промерзании, происходящее из-за увеличения в объеме воды, содержащейся в грунте.

В зимний период грунт, окружающий фундамент, смерзается с боковой поверхностью и в результате пучения стремится увлечь фундамент вверх. Всю силу пучения можно разложить на две составляющие: одна действует на подошву фундамента (нормальная составляющая), вторая – по боковой поверхности (касательная составляющая). Первые исключаются путём заглубления фундаментов ниже глубины промерзания, вторые остаются и могут воздействовать на подземные конструкции. В результате циклического сезонного промерзания и оттаивания через несколько лет фундамент может быть «выпучен» из грунта на десятки сантиметров. Кроме того, при неравномерном поднятии фундамента в здании могут возникнуть трещины, перекосы стен, дверных проемов и окон.

На величину касательной составляющей силы пучения влияет прочность смерзания, которая, в свою очередь, зависит от многих факторов, среди которых: температура грунта, его свойства, шероховатость поверхности конструкции, а также скорость приложения нагрузки.

2. Понятие прочность смерзания в литературных источниках

Такие учёные, как Цытович Н. А. [1], Далматов Б. И [2], Соколов В. Н. [3] в своих работах упоминали влияние прочности смерзания на величину касательных сил пучения.

В зависимости от скорости приложения нагрузки можно получить длительную и мгновенную прочность смерзания грунта с материалом фундамента. Во многих исследованиях установлено, что длительная прочность смерзания грунта может составлять $\approx 0,1$ от мгновенной. Довольно распространенной является оценка сопротивления смерзания по предельно длительной прочности смерзания грунта с фундаментом. Н. А. Цытовичем [1] предложено принимать прочность смерзания грунта с фундаментом в качестве касательной составляющей силы пучения.

Далматов Б. И. [2] предполагал, что для более точного установления воздействия касательных сил, необходимо продавливать модели свай сквозь мёрзлые грунты при скорости пучения этих грунтов. Под скоростью пучения следует понимать скорость дви-

жения грунта при его промерзании относительно подземной конструкции. Однако, технические средства, доступные на то время, не позволяли достоверно определить данную характеристику. Сегодня испытательное оборудование оснащено средствами измерения с непрерывной записью данных, что предоставляет указанную возможность.

Поскольку длительная прочность смерзания достигается в течение срока службы здания, то становится очевидным, что процессы пучения, протекающие в течение трёх-четырёх месяцев, имеют более высокое значение скорости [3]. Цель данного исследования – экспериментально определить величину скорости пучения для различных видов грунтов, установить соответствие между их видами и скоростью пучения.

3. Материалы и методы

Проводились испытания 4-х образцов разных типов грунтов ненарушенного сложения на приборе для определения степени морозного пучения грунтов компании Геотек согласно ГОСТ 28622-2012 «Грунты. Методы лабораторного определения степени пучинистости» [4]. Соблюдение температурного и влажностного режимов в течение 24 часов обеспечивало скорость перемещения фронта промерзания аналогично природным условиям. Параметры, которые устанавливались перед испытанием: температура на верхней границе грунта – минус 4 °С, на нижней – 1 °С, нормальное давление на образец 30 кПа.

4. Определение относительной деформации морозного пучения грунта

По окончании испытания образец извлекался из обоймы, разрезался вдоль вертикальной оси, и производились измерения фактической толщины промерзшего слоя (рис. 1).

Затем по формуле, представленной ниже, определялась относительная деформация:

$$\varepsilon_{fh} = \frac{h_f}{d_i}, \quad (1)$$

где h_f – вертикальное перемещение образца после промерзания;
 d_f – фактическая толщина промёрзшего слоя.

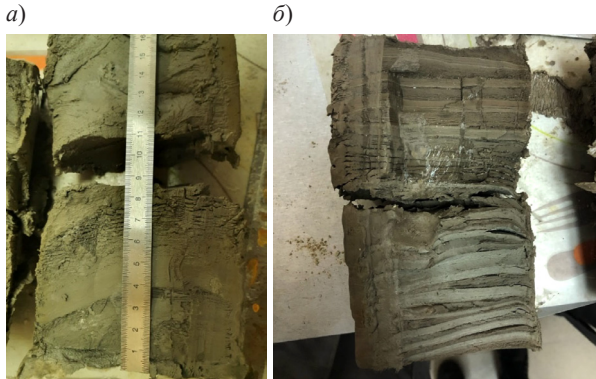


Рис. 1. Испытанные образцы грунта: а) образец № 1; б) образец № 2

5. Результаты и выводы

В процессе испытания велась непрерывная запись деформации морозного пучения. На основе этих данных строились графики развития деформаций во времени (рис. 2 (а)). Анализируя данную зависимость, можно заключить, что скорость пучения математически может быть определена как тангенс угла наклона кривой. Сопоставляя экспериментально полученные скорости пучения со скоростями, при которых определялись значения длительной прочности смерзания грунтов [2], равные 0,985 мм/сут или 0,041 мм/час, можно заметить, что сделанное авторами предположение об отличии реальной скорости пучения от той, при которой достигается длительная прочность смерзания, является верным.

На основании полученных данных построен график зависимости скорости пучения, мм/час от относительной деформации грунта (рис. 2 (б)). Исходя из данной зависимости, можно сделать вывод, что различные по степени пучинистости грунты обладают разными скоростями пучения. На основе построенного графика

можно определить характерные скорости пучения для разных видов грунтов. Таким образом, стандартную таблицу ГОСТ можно дополнить графой со значениями скорости пучения $V_{\text{пуч}}$:

Таблица Б.27 ГОСТ, дополненная результатами опыта

Разновидность грунтов	Степень пучинистости ε_{th} , %	Скорость пучения $V_{\text{пуч}}$, мм/час
Непучинистый	$\varepsilon_{\text{th}} < 1,0$	$V_{\text{пуч}} < 0,025$
Слабопучинистый	$1,0 < \varepsilon_{\text{th}} < 3,5$	$0,025 < V_{\text{пуч}} < 0,075$
Среднепучинистый	$3,5 < \varepsilon_{\text{th}} < 7,0$	$0,075 < V_{\text{пуч}} < 0,2$
Сильнопучинистый	$7,0 < \varepsilon_{\text{th}} < 10,0$	$0,2 < V_{\text{пуч}} < 0,34$
Чрезмерно пучинистый	$\varepsilon_{\text{th}} > 10,0$	$V_{\text{пуч}} > 0,34$

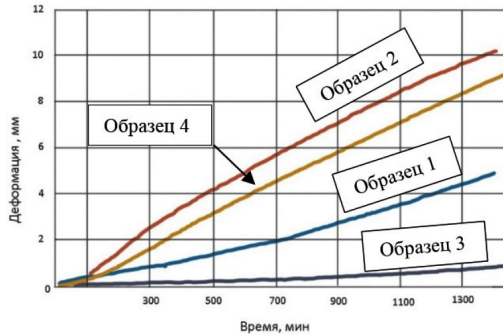
Представленные данные (табл.) могут быть использованы при задании определённой скорости продавливания образца мёрзлого грунта сквозь образец материала фундамента при определении прочности смерзания методикой, предложенной Бояринцевым А. В. [5]. Значения прочности смерзания, полученные данным образом, могут быть интерпретированы как касательные силы пучения и использованы в соответствующих расчётах.

Практический смысл установления скорости пучения различных видов грунтов заключается в том, что, принимая при расчете касательных напряжений за скорость пучения длительную прочность смерзания грунта, можно получить заниженные значения деформаций основания, что в свою очередь может повлечь большие значения выпучивания фундамента.

Для уточнения граничных значений скоростей пучения требуется проведение дополнительных испытаний большего числа образцов грунта. Кроме того, в описанном эксперименте не исследовалось влияние нормальной нагрузки на образец промораживаемого грунта, моделирующей расположение испытуемого грунта по глу-

бине промерзающей толщи, что, по мнению авторов, может быть существенным и должно быть исследовано в будущем.

а)



б)

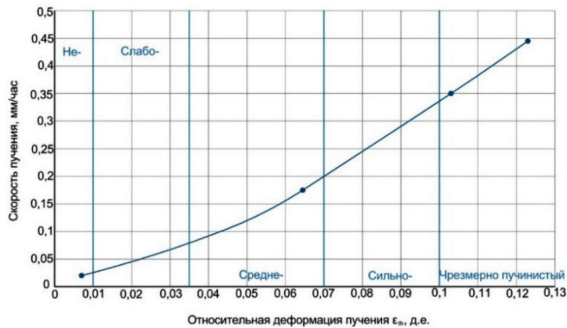


Рис. 2. Анализ полученных данных:

- а) Зависимость деформации морозного пучения образцов грунта от времени;
 б) Зависимость скорости пучения от относительной деформации

Литература

1. Цыгович, Н. А. Механика мёрзлых грунтов: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1973. 448 с.
2. Далматов Б. И. Воздействие морозного пучения грунтов на фундаменты сооружений: дисс. ... д-ра техн. наук. Л.: ЛИСИ, 1955.

3. Соколов В. Н. Исследование силового воздействия промерзающего грунта на вертикальные элементы трубопровода: дисс. ... канд. техн. наук. Л., 1976. 172 с.

4. ГОСТ 28622-2012. Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости. М., 2013. 8 с.

5. Boyarintsev A. V., Lanko S. V. Experimental estimate of instantaneous adfreeze strength of glass-fibre reinforced plastic in frozen soil // *Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction*; Mangushev et al. (eds). London: Taylor & Francis Group, 2019. Vol. 2. P. 49–53.

УДК 624.1

Даниил Валерьевич Пеньков, студент

Вячеслав Михайлович Полунин,

аспирант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: danokp@mail.ru,

n1ce2u@yandex.ru

Daniil Valerevich Penkov, student

Vyacheslav Mikhailovich Polunin,

postgraduate student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: danokp@mail.ru,

n1ce2u@yandex.ru

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ПЫЛЕВАТО-ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

NUMERICAL MODELING OF TRIAXIAL TESTS OF WEAK SATURATED DUSTY-CLAY SOILS

Верификация прочностных параметров грунта является важным этапом при численном расчете зданий и сооружений любого уровня ответственности. Характеристики модели, получаемые по результатам стандартных лабораторных испытаний, могут не в полной мере давать корректный прогноз поведения грунта под внешней нагрузкой, что приводит к необходимости численного моделирования испытаний с целью уточнения модели. В работе приведено сравнение лабораторных испытаний слабого водонасыщенного образца и сопоставление полученных данных с численным моделированием стабильнострического испытания. Приведен алгоритм итераций моделирования трехосных испытаний в конечно-элементном комплексе *Plaxis* в осесимметричной и в пространственной постановке.

Ключевые слова: трехосные испытания, численное моделирование, со-ил-тест, модель грунта, слабые грунты, плакис.

Verification of the strength parameters of the soil is an important stage in the numerical calculation of buildings and structures of any responsibility. Model's characteristics defined with use of standard laboratory tests may not provide the correct prediction of soil behavior under external load leading to necessity of numerical modeling of laboratory tests in order to refine the model. The paper presents a comparison of laboratory tests of a weak water-saturated sample and a comparison of the data with numerical simulation of a stabilometric test. An iteration algorithm for modeling triaxial tests in the Plaxis finite element complex in an axisymmetric and spatial setting is presented.

Keywords: triaxial tests, numerical modeling, soil test, soil model, soft soils, Plaxis.

Недостаточность определения механических свойств грунтов основания зачастую приводило к аварийным ситуациям. Все это привело к большим коэффициентам запаса, применяемым к параметрам грунтов [1]. На сегодняшний день, недоиспользование несущей способности грунтов основания приводит к существенным экономическим затратам на реализацию уникальных объектов.

Проектирование объектов повышенной ответственности требует соответствующих геологических изысканий грунтового массива. В таких случаях, при использовании многопараметрических моделей, зачастую требуется их верификация численными методами. Современные программы для геотехнического моделирования позволяют повторять лабораторное испытания грунтов.

Тем не менее, трехосные испытания слабых водонасыщенных пылевато-глинистых грунтов, не могут быть описаны математическими моделями, например, *HS*.

На примере программного комплекса *Plaxis* было подробно рассмотрено численное моделирование стабилометрических испытаний, и сопоставление с натурными экспериментами.

В стабилометре (тип камеры А) были проведены изотропные консолидированно-недренированные испытания образцов с нагрузкой при трех значениях предварительного обжатия: 100, 200

и 300 кПа (рис. 1 (а)). Была проведена обработка полученных результатов (рис. 1 (б) и рис. 2) и определены основные характеристики модели *Hardening Soil*, которые приведены в табл. 1 [2–4].

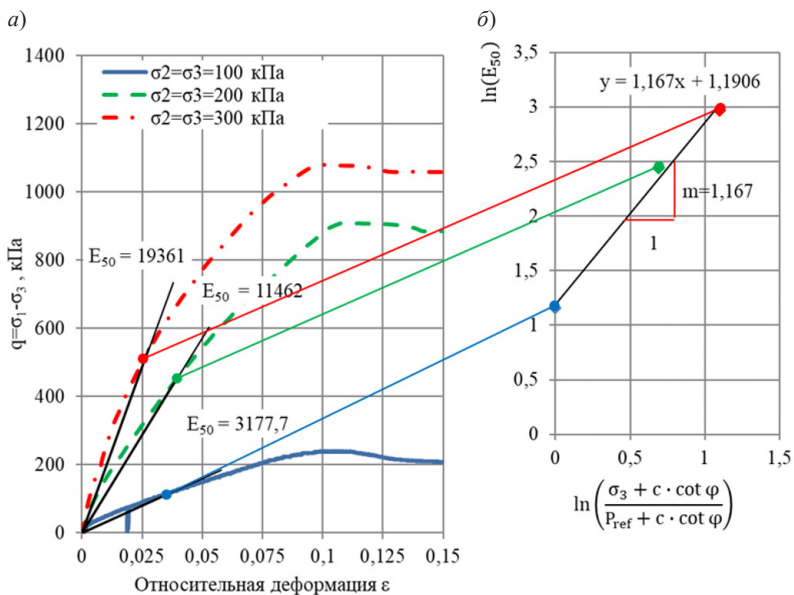


Рис. 1. Определение деформационных характеристик модели *Hardening Soil*:
 а) результаты стабилометрических испытаний и определение E_{50} ;
 б) определение степенного показателя m .

Таблица 1

Характеристики модели *Hardening Soil*

c' , кПа	φ' , °	E_{50} , кПа	E_{oed} , кПа	E_{ur} , кПа	m
0	39	3178	3178	61520	1

Численное моделирование стабилометрических испытаний было проведено в двумерной (*Plaxis 2D*) и трехмерной (*Plaxis 3D*)

постановках. *Plaxis 2D* позволяет создать модель образца цилиндрической формы при осесимметричной постановке задачи, тем самым в точности повторяя устройство стабилометра. *Plaxis 3D* в силу ограничений, связанных с заданием нагрузки на цилиндрические поверхности, не может в точности повторить устройство стабилометра. В связи с этим было принято решение смоделировать прибор истинного трехосного сжатия (образец имеет форму куба), а напряжения σ_2 и σ_3 принять равными.

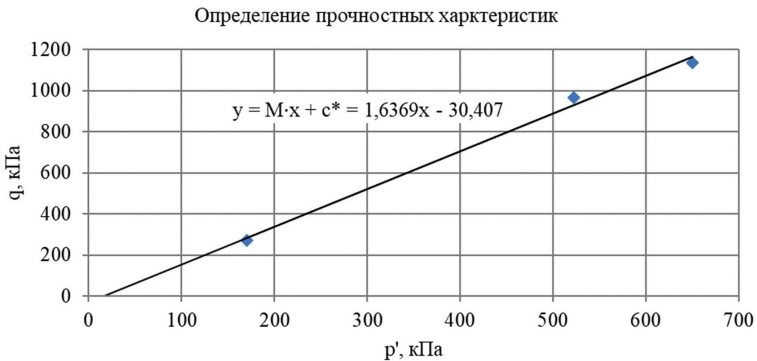


Рис. 2. Определение прочностных характеристик модели *Hardening Soil*

Были сформированы расчетные схемы для моделирования стабилометрических испытаний (*Plaxis 2D* – квадрат $1 \times 1 \text{ м}^2$ в осесимметричной постановке; *Plaxis 3D* – куб $1 \times 1 \times 1 \text{ м}^3$). На рис. 3 приведены указания по направлению прикладываемой нагрузки и ограничению перемещений в плоскостях (зеленым обозначены плоскости, в которых перемещения запрещены только по оси Y; красным – X; синим – Z; грани, неокрашенные ни в один из цветов, могут свободно перемещаться во всех трех направлениях).

Указания по стадиям расчета в ПК *Plaxis* сведены в табл. 2. В качестве примера рассмотрены стабилометрические испытания образца при боковом обжатии $\sigma_2 = \sigma_3 = 100 \text{ кПа}$.

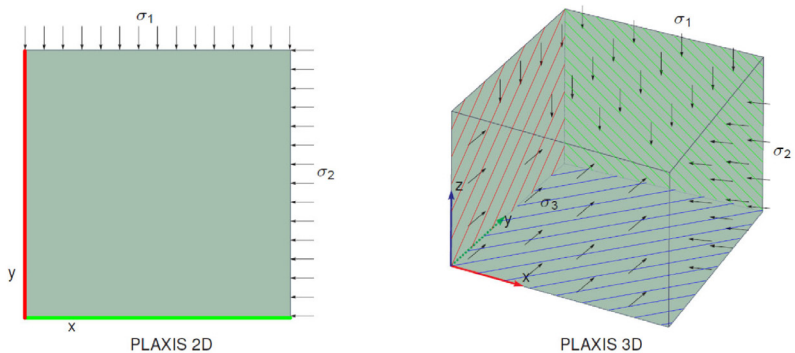


Рис. 3. Расчетные схемы (зеленым обозначены плоскости, в которых перемещения запрещены только по оси Y ; красным – X ; синим – Z ; грани, неокрашенные ни в один из цветов, могут свободно перемещаться во всех трех направлениях)

Таблица 2

**Последовательность моделирования
стабилометрических испытаний в *Plaxis***

Стадия расчета	Название	Описание
<i>Initial Phase</i>	Естественное сложение	Образец находится в естественном состоянии
<i>Phase 1</i>	Консолидация	1. Обеспечить возможность перемещения граней образца в соответствии с рис. 3. 2. Произвести изотропное обжатие образца в соответствии с расчетной схемой (рис. 3) давлением $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = 100$ кПа.
<i>Phase 2</i>	Разрушение	1. Накопленные на предыдущей стадии расчета перемещения следует обнулить. 2. Не изменяя ранее приложенную боковую нагрузку, увеличить вертикальную до значения, которое обеспечит разрушение образца (P_{max}). В качестве критерия

Стадия расчета	Название	Описание
Phase 2	Разрушение	разрушения может выступать ошибка <i>Soil body seems to collapse [Error code: 101]</i> или развитие в образце относительных деформаций в 15 % [4].

На основе результатов численного моделирования стабилметрических испытаний в *Plaxis 2D* и *Plaxis 3D* были построены зависимости девиатора напряжений $q=\sigma_1-\sigma_3$ от относительных деформаций образца (рис. 4). Стоит отметить, что построить данный график средствами только *Plaxis OutPut* не получится: необходима доработка в *Excel*. Из *Plaxis OutPut* необходимо вывести график (M_{stage}, u_y) – для *Plaxis 2D* или (M_{stage}, u_z) – для *Plaxis 3D*. Эквивалент M_{stage} в кПа можно определить как разность между нагрузками приложенными на *Phase 2* и *Phase 1*. Полученное значение будет являться девиатором напряжений $q=\sigma_1-\sigma_3$.

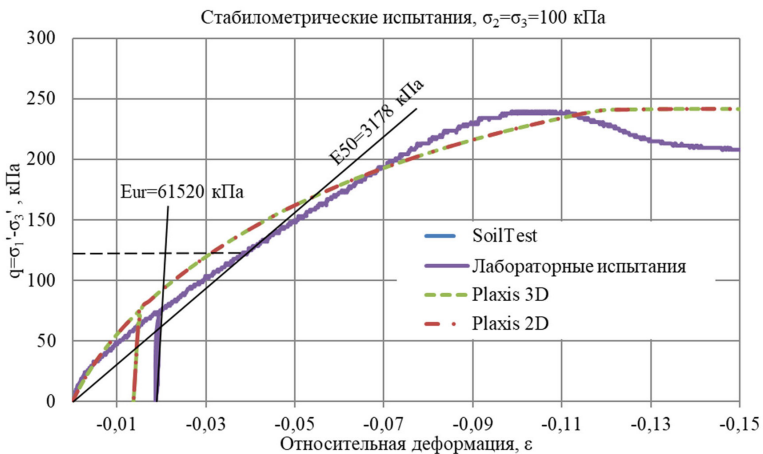


Рис. 4. Сравнение результатов численного моделирования с лабораторной кривой

Выводы

1. По итогам сопоставления испытания в лабораторных условиях и результатов численного моделирования предложена методика определения параметров математической модели грунта *Hardening Soil*.

2. Рассмотренный метод моделирования стабилметрических испытаний в *Plaxis 2D* и *Plaxis 3D* идеально совпадает с *SoilTest*, что позволяет выполнять тарировку модели даже в отсутствии специальной программной надстройки *SoilTest*.

3. Сопоставление реальных и численных результатов испытания образцов слабого грунта показывает несостоятельность существующего эмпирического подхода к заданию параметров грунтовой модели *Hardening Soil*, как например, зависимость $E_{ur} = 3 \dots 5 E_{50}$.

4. Учитывая вывод о большой погрешности существующей эмпирической методики назначения параметров модели грунтов, предлагаемая методика существенно увеличит точность выполняемых расчетов.

5. Рис. 4 показывает, что у реального образца грунта есть пиковое и остаточное значения прочности, но модель *HS*, в силу своей идеализации, не может учесть оба эти состояния, поэтому при назначении характеристик необходимо определить, какое состояние будет предельным.

6. При проведении испытаний образцов грунта в стабилметрическом приборе в программе испытаний конечную вертикальную деформацию следует задавать больше принятой в ГОСТ 12248–2010 (15 %) [5]. Это связано с тем, что прибор включает в этот диапазон также деформации, возникающие при консолидации образца и в результате холостого хода штока, что при недостаточно большой заданной конечной деформации может привести к невозможности фиксации разрушения образца.

Литература

1. Мирный А. Ю. Трехосные испытания грунтов: теория и практика. М., 2015. С. 12–14.

2. Фадеев А. Б. Метод конечных элементов в геомеханике. М.: Недра, 1987. 221 с.
3. Schanz T., Vermeer P. A., Bonnier P. G. The hardening soil model: Formulation and verification // Beyond 2000 in computational geotechnics. Ten Years of PLAXIS International. Proceedings of the international symposium, Amsterdam, March 1999. Amsterdam, 1999. P. 281–296. DOI:10.1201/9781315138206-27.
4. PLAXIS CONNECT Edition V20. Material Models Manual. URL: https://www.plaxis.com/?plaxis_download=2D-3-Material-Models.pdf (accessed on: 12/05.2020).
5. ГОСТ 12248–2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости (с Поправкой). М.: Стандартинформ, 2012. 78 с.

УДК 624.04

Сергей Денисович Самсонов, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sergucho.samsonov@mail.ru

Sergey Denisovich Samsonov, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sergucho.samsonov@mail.ru

**ОБ ОБЩЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ
МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ
ИЗ ДРЕВЕСИНЫ**

**ABOUT THE GENERAL STABILITY
OF MULTI-STOREY FRAMED WOODEN
BUILDINGS**

В статье автор освещает проблему общей устойчивости многоэтажных деревянных зданий на примере различных вариантов конструктивных схем. При рассмотрении данного вопроса были сравнены подходы в различной нормативной документации к определению расчётных длин. В программном комплексе *RFEM* от *Dlubal Software* были получены коэффициенты запаса устойчивости для рамной схемы с ядром жёсткости, рамно-связевой схемы и схемы без ядра жёсткости. Также были определены расчётные длины для одних и тех же элементов в вышеперечисленных схемах. Была проанализирована работа схем при различных видах раскрепляющих систем, а также даны рекомендации по дальнейшему развитию вопроса общей устойчивости зданий и сооружений в строительных нормах.

Ключевые слова: общая устойчивость, расчётная длина, коэффициент запаса устойчивости, раскрепление, ядро жёсткости, каркасная схема.

In this article, the author considers the issue of the overall stability of multi-storey wooden buildings using the example of various design schemes. When considering this issue, approaches were compared in various regulatory documents to determine the design lengths. In RFEM software from Dlubal Software, stability margins were obtained for a frame design scheme with a stiffness core, a box frame, and a frame design scheme without a stiffness core. The design lengths for the same elements in different design schemes were also determined. The operation of the design schemes for various types of unlocking systems was analyzed, and recommendations were given for further coverage of the issue of the overall stability of buildings and structures in the regulatory documents.

Keywords: overall stability, design length, stability margin, unlocking system, stiffening core, box frame.

В современных условиях развития деревянного домостроения вопрос строительства многоэтажных деревянных зданий особенно актуален. Наряду с расчётами прочности, которые не зависят от увеличивающейся этажности, стоит уделить особое внимание вопросу устойчивости. Основным этапом выполнения расчётов на устойчивость является определение расчётной длины элемента. В имеющихся на данный момент нормативных документах по проектированию деревянных конструкций отсутствует способ определения расчётных длин для многоэтажных рам. Поскольку многоэтажные деревянные здания с каркасной рамно-связевой системой в нормативных документах по проектированию деревянных конструкций не рассматриваются, стоит обратиться к нормативным документам, в которых вопрос многоэтажного строительства отражен. В пункте 4.2 [1] приведены примеры раскреплённых и нераскреплённых рам.

Так, если рама считается раскреплённой (горизонтальные перемещения ограничиваются системой связей, массивной конструкцией или примыканием к жёсткому, недеформируемому объекту), то допускается производить расчёт конструкции как расчёт отдельных элементов, то есть принимать единичную расчётную длину между узлами крепления элементов.

Если же рама является нераскреплённой, то необходимо определить расчётную длину элемента с учётом податливости прикрепляемых конструкций. В пункте 10.3.4 [1] есть указания о том, как вычислять расчётную длину в зависимости от геометрии рамы и отношения жёсткости ригеля и стоек. Согласно данному пункту, расчётная длина зависит от соотношения жёсткостей ригелей, количества этажей и величины пролётов. В нормативных документах, касающихся расчёта и проектирования деревянных конструкций [2; 3], подобные указания по определению расчётных длин элементов многоэтажных рам отсутствуют. Следовательно, невозможно произвести расчёт на общую устойчивость без вычисленных расчётных длин.

Однако, в пункте 4.2.5 [1] есть информация о том, что расчёт на устойчивость следует производить с использованием сертифицированных расчётных комплексов. В рамках работы над материалами данной статьи это требование было соблюдено – для расчёта использован расчётный комплекс *RFEM 5.13.01* от *Dlubal Software* [4]. В нём были проанализированы три расчётные схемы: рамная с ядром жёсткости, аналогичная рамная без ядра жёсткости и каркасно-связевая. Цель анализа – получение коэффициентов запаса общей устойчивости для каждой из схем и сравнение их между собой.

В рассматриваемой задаче вопрос расчёта прочности не ставился, таким образом, сечения элементов назначены конструктивно. Параметры рассматриваемой схемы: перекрытия – *CLT*-панели толщиной 245 мм, стойки – клеёный брус 400×400 мм, балки – клеёный брус 200×450 мм, стены ядра жёсткости – бетон класса *C30/37* толщиной 160 мм, связи – Гн 180×10. Геометрические размеры схем: длина здания – 27 м, ширина – 18 м, высота этажа – 3 м, количество этажей – 7. Нагрузки, прикладываемые к схеме: снег, полезная нагрузка на перекрытия, воздействия ветра и собственный вес. Данные нагрузки вошли в комбинацию нагрузок, используемую для определения коэффициента запаса устойчивости системы. Нагрузки были приняты согласно указаниям [5].

Для определения коэффициента запаса устойчивости использовался постпроцессор *RF-STABILITY*, который позволяет определить критическую силу и расчётные длины элементов. Результатом расчета является наименьший коэффициент запаса общей устойчивости с учётом формы потери устойчивости (общая или местная). Форма потери устойчивости в рамной схеме с ядром жёсткости представлена на рис. 1.

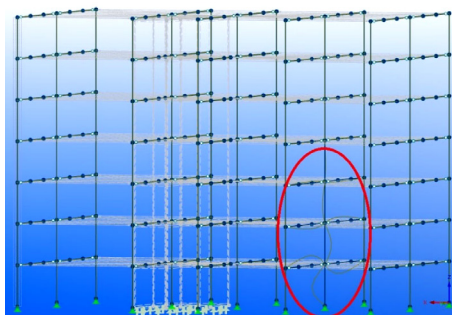


Рис. 1. Потеря устойчивости в рамной схеме с ядром жёсткости

В результате расчёта рамной схемы с ядром жёсткости были получены результаты оценки общей устойчивости системы. Наименьший коэффициент запаса устойчивости равен 15,08.

Из характера деформаций видно, что при наименьшей критической силе происходит местная потеря устойчивости колонны, а не потеря устойчивости конструкции в целом. В постпроцессоре *RF-STABILITY* есть возможность просмотреть расчётные длины, определённые программой. Расчётная длина элемента № 1013 (стойка первого этажа) для первой формы потери устойчивости составляет 3,195 м (приблизительно равна высоте этажа 3 м).

Расчётные длины определяются для различных плоскостей (наибольшей и наименьшей жёсткости). Также определяются расчётные длины для последующих форм потери устойчивости. Изменение расчётной длины происходит из-за алгоритма работы

постпроцессора, который определяет расчётную длину через критическую силу, а не наоборот.

Для того чтобы оценить влияние ядра жёсткости на общую устойчивость здания, был произведён расчёт схемы, аналогичной первой, но без ядра жёсткости. Форма потери устойчивости в рамной схеме без ядра жёсткости представлена на рис. 2.

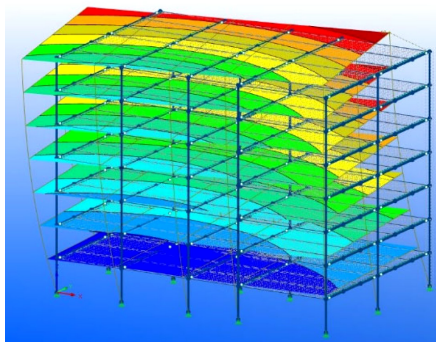


Рис. 2. Потеря устойчивости в рамной схеме без ядра жёсткости

В результате расчёта рамной схемы без ядра жёсткости были получены коэффициенты запаса устойчивости системы. Наименьший коэффициент запаса устойчивости равен 1,199.

В результате анализа формы потери устойчивости становится очевидно, что при наименьшем значении критической силы схема теряет устойчивость глобально. Расчётная длина для элемента № 1013 составляет 13,487 м (увеличилась примерно в 4,5 раза), критическая сила уменьшилась приблизительно в 20 раз. Для некоторых элементов схемы расчётная длина стала больше высоты здания (рис. 3). Для элемента № 1000 она составляет 27,76 м.

Для более корректной оценки результатов работы постпроцессора была проанализирована рамно-связевая схема, в которой продольные связи установлены в пролёте, где монтировалось ядро

жёсткости, а поперечные связи – по торцам здания. Форма потери устойчивости представлена на рис. 4.

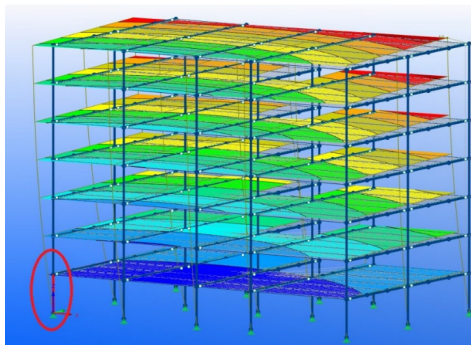


Рис. 3. Расположение элемента №1000

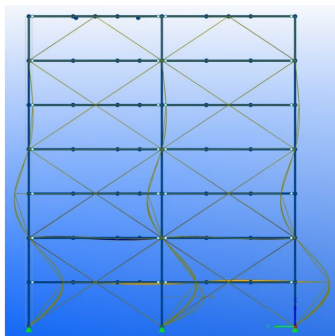


Рис. 4. Потеря устойчивости в рамно-связевой схеме

В результате расчёта рамно-связевой схемы были получены коэффициенты запаса устойчивости системы. Наименьший коэффициент запаса устойчивости равен 12,112.

Из анализа деформированной схемы видно, что наименьшая критическая сила приводит к общей потере устойчивости системы. Исходя из геометрии схемы, расчётная длина стоек крайних рядов

должна быть равна расстоянию между узлами крепления связей, что и подтверждается графическим интерфейсом постпроцессора. Расчётная длина для элементов № 1013 и № 1000 в рамно-связевой схеме равна 3,552 м и 7,244 м соответственно. Расчётная длина для элемента № 1013 уменьшилась примерно в 3,8 раза, критическая сила увеличилась примерно в 14,7 раз. Для элемента № 1000 изменение критической силы и расчётной длины произошло аналогично (увеличилась в 14,7 раз и уменьшилась в 3,8 раз соответственно).

Таким образом, в комплексе RFEM можно определить не только коэффициент запаса устойчивости системы, но и расчётные длины отдельных элементов. Раскрепляющие системы дают схожий между собой расчёта коэффициента запаса устойчивости. Тип раскрепляющей системы стоит назначать исходя из конструктивных особенностей здания. Однако, стоит обратить внимание, что *RFEM*, как и некоторые другие программы конечно-элементного анализа (*STAAD.Pro* [6], *SCAD* [7]) производят оценку устойчивости конструкции по недеформированной схеме, а также не учитывают значение горизонтальных нагрузок. Оценка запаса устойчивости происходит за счёт формирования удерживающей матрицы жёсткости, учитывающей размер сечений и способ соединения элементов между собой, а также геометрической «толкающей» матрицы жёсткости, зависящей от продольных сил [8]. Проблема состоит в том, что коэффициент запаса устойчивости можно определить в современных расчётных комплексах, однако этот коэффициент не с чем сравнить, поскольку в нормативной документации он не представлен. Следовательно, необходимо определить граничные значения коэффициента запаса устойчивости в нормативной документации, так как, очевидно, результат равный единице, или же несколько больше её, не позволяет оценить запас устойчивости системы при расчёте по деформированной схеме.

Литература

1. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II–23–81. М.: Стандартинформ, 2019. 148 с.

2. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II–25–80. М.: Стандартиформ, 2019. 104 с.
3. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II–25–80). ЦНИИСК им. Кучеренко. М.: Стройиздат, 1986. 144 с.
4. Dlubal Software: Официальный сайт производителя. URL: <https://www.dlubal.com/ru> (дата обращения: 29.03.2020).
5. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. М.: Стандартиформ, 2018. 104 с.
6. STAAD.Pro для 3D анализа и проектирования строительных конструкций // Bentley Systems: Официальный сайт производителя. URL: <https://www.bentley.com/ru/products/product-line/structural-analysis-software/staadpro> (дата обращения: 29.03.2020).
7. SCAD Structure: Официальный сайт производителя. URL: <https://scad-soft.com> (дата обращения: 29.03.2020).
8. Перельмутер А. В. Проверка устойчивости. Постановка задач и приёмы решения с использованием SCAD [электронный ресурс] // MyShared: Сервис для размещения онлайн-презентаций. URL: <http://www.myshared.ru/slide/84125/> (дата обращения: 25.03.2020).

УДК 624.04

Антон Наильевич Хусаинов, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: antonkhusa1996@gmail.com

Anton Nail'yevich Khusainov, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: antonkhusa1996@gmail.com

**АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДИКИ
РАСЧЕТА В СП 64.13330.2017 УЗЛОВЫХ
НАГЕЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ВЫЗЫВАЮЩИХ
НАПРЯЖЕНИЯ РАСТЯЖЕНИЯ ПОПЕРЕК
ВОЛОКОН ДРЕВЕСИНЫ**

**APPLICABILITY ANALYSIS OF SP 64.13330.2017
CALCULATION PROCEDURE FOR NODE NAILED
CONNECTIONS WHICH CAUSE STRETCHING
PERPENDICULAR TO WOOD GRAIN**

В нагельных соединениях, где нагели передают усилие под углом к волокнам, следует учитывать эффект раскалывания деревянного элемента от усилия, вызывающего растяжение поперек волокон древесины. Методика расчета деревянного элемента на растягивающее усилие поперек волокон в соединениях, приведенная в отечественных нормах проектирования в целом совпадает с аналогичной в *Eurocode-5*, однако в применении ее у проектировщиков возникают некоторые трудности, приводящие к ошибкам в отечественной строительной практике. Произведен сравнительный анализ отечественной и европейской нормативной базы, выявлены неточности и ошибки реализации данной методики в российских нормах. Представлены выводы и предложены рекомендации по уточнению данной методики расчета.

Ключевые слова: нагельный узел, растяжение поперек волокон, раскалывание деревянного элемента, методика расчета, европейские стандарты.

In connections, where joints transmit force at an angle to grain, the effect of splitting the wooden element from the force that causes stretching perpendicular to wood grain should be taken into account. The design procedure the wooden element for the tensile force perpendicular to grain in the connections, given in the domestic design standards, generally coincides with the same in *Eurocode-5*, but in its application, designers have some difficulties leading to errors in domestic construction

practice. A comparative analysis of the domestic and European regulatory framework was made, and inaccuracies and errors in the implementation of this method in Russian norms were identified. Conclusions and recommendations for refining this calculation method are presented.

Keywords: joints, force at an angle to the grain, splitting, design procedure, Eurocode.

Согласно [1], если в нагельном соединении возникают усилия под углом к волокнам древесины, то следует выполнить проверку несущей способности на раскалывание (растяжение поперек волокон) по следующей формуле:

$$F_{v,Ed} \leq F_{90,Rd}, \quad (1)$$

где $F_{v,Ed} = \max \left\{ \frac{F_{v,Ed,1}}{F_{v,Ed,2}}; F_{90,Rd} \right\}$ – расчетная несущая способность

древесины скалыванию поперек волокон, полученная из нормативной несущей способности скалыванию древесины поперек волокон $F_{90,Rk}$; $F_{v,Ed,1}$ и $F_{v,Ed,2}$ – расчетные значения сдвигающих усилий, с каждой стороны от соединения.

Для мягкой древесины расчетная несущая способность древесины скалыванию поперек волокон должна приниматься как

$$F_{90,Rk} = 14bw \sqrt{\frac{h_e}{\left(1 - \frac{h_e}{h}\right)}}, \quad (2)$$

где $w = \max \left\{ \left(\frac{w_{pl}}{100} \right)^{0,35}; 1 \right\}$ – для перфорированных металлических

пластин, 1 – для других крепежных деталей; $F_{90,Rk}$ – расчетная несущая способность древесины скалыванию поперек волокон, Н;

h_e – расстояние от центра наиболее удаленного от края деревянного элемента нагеля или от края перфорированной металлической пластины до края деревянного элемента, мм; h – высоты деревянного элемента, мм; b – толщина деревянного элемента, мм; w_{pl} – размер (ширина) перфорированной пластины по направлению волокон древесины.

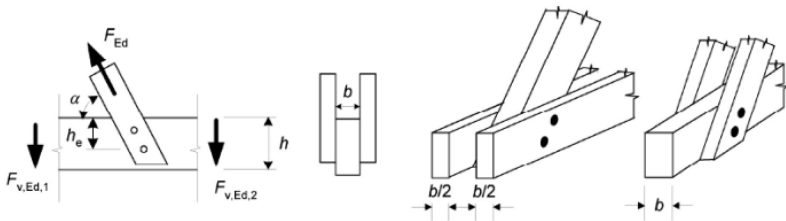


Рис. 1. Наклонная сила, передаваемая на соединение

В [2] приводится следующая интерпретация представленной выше методики расчета: «Для цилиндрических нагелей, при направлении передаваемого нагелем усилия под углом к волокнам, следует учитывать опасность раскалывания деревянного элемента составляющей усилия, растягивающей древесину поперек волокон ($F_p = F \sin \alpha$)».

Усилие, растягивающее деревянный элемент поперек волокон (рис. 2а), следует учитывать следующим образом:

$$F_p < F_{ск,н,90^\circ}, \quad (3)$$

где $F_p = \max \left\{ \begin{matrix} F_{p,1} \\ F_{p,2} \end{matrix} \right., F_{p,1}$ и $F_{p,2}$ – сдвигающие усилия с каждой

стороны от соединения; $F_{ск,н,90^\circ}$ – расчетная несущая способность древесины раскалыванию поперек волокон под действием нагельного соединения, Н, которую следует вычислять по формуле:

$$F_{ск,н,90^p} = F_{ск,н,90^н} m_{дл} \prod m_i / \gamma_m, \quad (4)$$

где $F_{ск,н,90^н}$ – нормативная прочность материала, определенная с обеспеченностью 0,95, Н; $m_{дл}$ – коэффициент длительной прочности, соответствующий режиму длительности нагружения; $\prod m_i$ – произведение коэффициентов условий работы; γ_m – коэффициент надежности по материалу, определяемый из условия перехода от обеспеченности 0,95 для $F_{ск,н,90^н}$ к обеспеченности 0,99 для $F_{ск,н,90^p}$.

Нормативную несущую способность древесины раскалыванию поперек волокон под воздействием нагельного соединения следует вычислять по формуле:

$$F_{ск,н,90} = 14wb \sqrt{\frac{h_e}{\left(1 - \frac{h_e}{h}\right)}}, \quad (5)$$

где $F_{ск,н,90}$ – нормативная несущая способность древесины раскалыванию поперек волокон под воздействием нагельного соединения в середине пролета, для торцевых соединений и на краю консольной балки следует принимать с коэффициентом 0,5, Н; w – коэффициент, который следует принимать равным: 1,4 – для соединений со стальными накладками с жестким креплением нагелей, 1 – для остальных нагельных соединений; b – ширина деревянного элемента, мм; h_e – расстояние от центра наиболее удаленного от края деревянного элемента нагеля до кромки деревянного элемента, мм; h – высота деревянного элемента, мм.

При $h_e \geq 0,7h$ растягивающее усилие учитывать не требуется, прочность соединения определена несущей способностью нагелей.

Для торцевых соединений следует выполнять дополнительную проверку на раскалывание, принимая $h_e = h_{e,1}$ (рис. 2б).

На основании вышеизложенного проведено сравнение [1] и [2] в части расчета узловых нагельных соединений, вызываю-

щих напряжения растяжения поперек волокон древесины, которое представлено ниже.

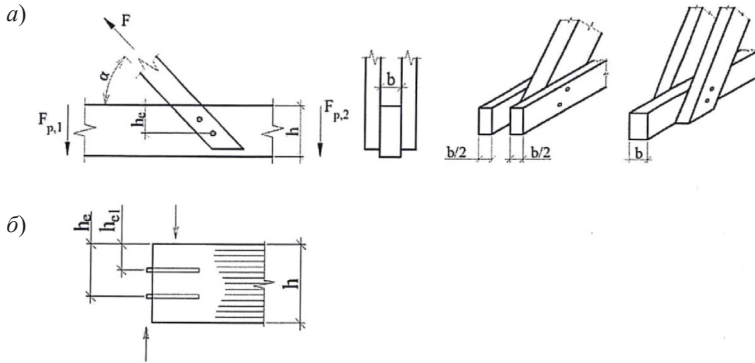


Рис. 2. Схемы нагельных соединений для расчетов на раскалывание:
 а – с направлением передаваемого нагелем усилия под углом к волокнам;
 б – торцевое

1. Понятие мягкой и твердой древесины

В формулах (2) и (5) фигурирует понятие **мягкая** древесина. Понятия *softwood* и *hardwood* дословно переводятся как **мягкая** и **твердая** древесина. В Российских нормах такие понятия отсутствуют, но есть деление пород на хвойные, твердые лиственные и мягкие лиственные.

В европейских нормативных документах существует перечень пород древесины, относимых к *softwood* и к *hardwood*. Вероятнее, *softwood* и *hardwood* следует переводить как хвойные и лиственные породы.

2. Расчетная несущая способность древесины скалыванию поперек волокон

Согласно [1], расчетная несущая способность древесины скалыванию поперек волокон в формуле (1) вычисляется:

$$F_{90,Rd} = k_{\text{mod}} \frac{F_{90,Rk}}{\gamma_M}, \quad (6)$$

где $F_{90,Rk}$ – нормативное значение несущей способности; γ_M – частичный коэффициент свойств материала; k_{mod} – коэффициент модификации, учитывающий эффект длительности действия нагрузки и содержания влаги, соответствует коэффициенту m_{ol} .

Наличие множества коэффициентов условия работы $\prod m_i$, в формуле (4) в отличие от формулы (6) может привести к значительному снижению расчетной несущей способности древесины скалыванию поперек волокон. Это требует сравнительной расчетной проверки.

3. Обеспеченность

Значение $F_{ск,н,90^H}$ в формуле (5), принимается с обеспеченностью 0,95, но не понятно на каком основании. Также переход к обеспеченности 0,99 происходит через коэффициент γ_m , который вычисляется в зависимости от НДС. Но какое НДС принимать для расчета нагельного соединения по вышеприведенной методике, не известно. Стоит также отметить, что в формуле (5) отсутствует индекс ⁿ над $F_{ск,н,90}$, что также вызывает вопросы о применимости данной формулы для определения $F_{ск,н,90^H}$.

4. Цилиндрические нагели

Согласно отечественным нормам, формула (3) применима только для цилиндрических нагелей. В европейских нормах формула (1) не ограничивается применением нагелей конкретного типа.

5. Понятие древесины и материала

В формуле (3) $F_{ск,н,90^H}$ определяется как расчетная несущая способность **древесины** скалыванию поперек волокон под воздействием нагельного соединения, тогда как в формуле (4) $F_{ск,н,90^H}$ определяется как нормативная прочность **материала**. Использование слова «материал» при определении $F_{ск,н,90^H}$ не корректно, так как под него подходят любые материалы на основе древесины.

6. Торцевое соединение

На рис. 2б, представлена схема для расчета нагельного соединения в торце элемента. В европейских нормах данная расчетная ситуация отсутствует. Также следует отметить, что в формуле (5) присутствует дополнительный коэффициент 0,5 для торцевых

соединений и на краю консольной балки, который отсутствует в европейских нормах (как и упоминание о нагелях на краю консольной балки).

7. Коэффициент w

В формулах (2) и (5) присутствует коэффициент w , который в отечественных нормах при наличии стальных накладок и жесткого крепления нагелей принимается 1,4. Отметим, что в европейских нормах присутствует расчет данного коэффициента в зависимости от ширины металлической пластины по направлению волокон древесины, а также отсутствует упоминание «жесткое крепление нагелей», формулировка которого не ясна.

8. Условие прочности соединения

Согласно отечественным нормам при $h_e \geq 0,7h$ (рис. 2а, б) растягивающее усилие от передаваемого нагелем усилия учитывать не требуется, так как прочность соединения определена несущей способностью нагелей. В европейских нормах данное условие отсутствует.

9. Обозначение несущей способности древесины

В отечественных нормах несущую способность соединения принято обозначать литерой T , тогда как в европейских нормах используется литера F , которая, в свою очередь, в отечественных нормах принята за обозначение площади.

10. Обозначения сдвигающих сил

На рис. 2б, отсутствуют обозначения рядом с изображением направления сил. Вероятнее всего, там обозначены сдвигающие усилия $F_{p,1}$ и $F_{p,2}$ используемые в формуле (3).

Из вышеизложенного можно сделать выводы и рекомендации:

Необходимо провести корректировку данной методики расчета на основе дополнительных исследований с учетом вышеизложенного материала и [3; 4].

Следует скорректировать отечественные нормы с учетом вышеизложенных неточностей и разночтений в части формулировок и обозначений.

Обратить внимание на существование других методик расчета, приведенных в [5], которые могут быть более корректны-

ми с точки зрения их применимости к соответствующим расчетным ситуациям.

Литература

1. EN 1995-1-1 (2004) (English): Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC].
2. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция «СНиП II-25–80 Деревянные конструкции». М.: Минстрой России, 2017. 97 с.
3. Danielsson H. Perpendicular to grain fracture analysis of wooden structural elements. Models and Applications: Doctoral Thesis. Lund, 2013. 178 p.
4. Put T.C.A.M. van der, Leijten A.J.M. Evaluation of perpendicular to grain failure of beams caused by concentrated loads of joints // V31. 2000. September. 17 p.
5. Design of Connections in Timber Structures: A state-of-the-art report by COST Action FP1402 / WG3 / Sandhaas, C., Munch-Andersen, J., Dietsch, P. (eds.). Aachen: Shaker Verlag, 2018. 326 p.

УДК 624.073.4

Елена Геннадьевна Шабикова,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: shabikovaelena@yandex.ru

Elena Gennadevna Shabikova,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: shabikovaelena@yandex.ru

РАСЧЕТ ПЕРЕКРЫТИЙ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ *CLT*

CALCULATION OF FLOOR SLABS OF MULTY-STOREY BUILDINGS FROM *CLT*

В последние годы в мире набирает популярность инновационный строительный материал – *CLT*. Тем не менее, в нормативной документации Российской Федерации отсутствуют положения по расчету таких конструкций. В статье рассматривается методика расчета наиболее часто используемого конструктивного элемента из *CLT*-перекрытия, опертого по 2 сторонам – по балочной теории. Приводятся основные рекомендации по проектированию конструкций из перекрестно-клееной древесины, а также вводятся допущения разрабатывае-

мой методики. Значительное внимание уделяется основным расчетным характеристикам изгибаемого элемента. Приводятся сравнительные значения этих характеристик, приведенных в различных источниках.

Ключевые слова: CLT, расчет, методика, перекрытие, балочная теория.

Nowadays, an innovative building material, CLT, has been gaining popularity in the world. However, building codes of Russian Federation do not contain provisions for analysis of such structures. The article deals with the analysis method for the most frequently used structural element of the CLT floor slab supported on 2 sides, according to the beam theory. The main recommendations for the design of cross-glued wood structures are given, as well as the assumptions of the developed methodology are introduced. Considerable attention is paid to the main design characteristics of the bending element. The comparative values of these characteristics from various sources are given.

Keywords: CLT, analysis, method, floor slab, beam theory.

Перекрестно-клееная древесина (CLT) – инновационный материал, набирающий популярность в строительстве жилых и нежилых зданий разной этажности. Главной отличительной особенностью материала является направление волокон ламелей древесины (преимущественно хвойных пород), составляющих пакет: направление волокон ламелей одного слоя перпендикулярно направлению волокон ламелей соседних слоев. «Главным» называют направление наружных ламелей.

CLT – один из самых быстрорастущих сегментов рынка строительных материалов в Европе, так как опыт строительства в Канаде, США, Австрии, Германии, скандинавских странах доказал надежность использования этого материала. Его высокая прочность при малом весе, экологичность, теплоэффективность, огнестойкость подтверждают конкурентоспособность CLT относительно основных материалов, используемых для несущих конструкций зданий. Максимальные геометрические размеры 16,5×3,65 м обеспечивают высокую скорость возведения.

Однако, несмотря на только возрастающий спрос на CLT-технологии в Европе, в Российской Федерации не наблюдается массового включения в строительную индустрию. Одним из основных

сдерживающих факторов, тормозящих внедрение технологии, можно считать неполноту нормативной базы.

На данный момент в странах, активно использующих технологию возведения зданий из *CLT*, действуют локальные нормы, существуют пособия и руководства по проектированию. Предлагаемая методика основывается на международном опыте проектирования и строительства зданий с использованием технологии *CLT*.

Так как наиболее часто используемый конструктивный элемент из *CLT* – перекрытие, в данной статье будет рассмотрена методика расчета перекрытия из панели *CLT* по балочной схеме.

Особенность структуры материала, заключающаяся в перпендикулярном направлении каждого последующего слоя, обуславливает системный эффект. Так, при любом виде загрузки напряжения возникают во всех однонаправленных ламелях, составляющих панель, что увеличивает их прочность и жесткость (см. рис. 1).

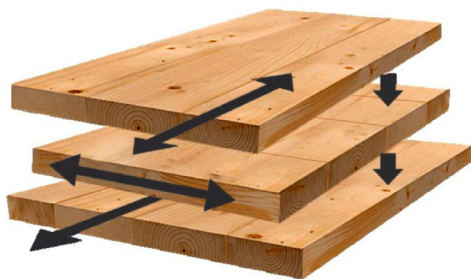


Рис. 1. *CLT*-панель

Основные рекомендации к проектированию:

- *CLT* рассматривается как ортотропная панель с тремя взаимно перпендикулярными плоскостями симметрии с разными свойствами в каждом направлении;
- следует избегать растягивающих усилий в направлении, перпендикулярном главному направлению волокон;

- следует избегать эксцентриситета приложения нагрузки, комбинаций нагрузок, вызывающих кручение;
- для малых пролетов сдвиговые напряжения в поперечном слое могут стать критическими [1].

Расчет перекрытия по балочной схеме

Плиты перекрытия, опертые по 2 сторонам, при расчете на изгиб чаще всего рассматривают как изгибаемую балку Бернулли-Эйлера. Однако при изгибе возникают сдвиговые напряжения в поперечных слоях, поэтому для учета сдвиговых деформаций (см. рис. 2) при оценке напряженно-деформированного состояния элемента рекомендуется использовать балочную теорию С. П. Тимошенко.

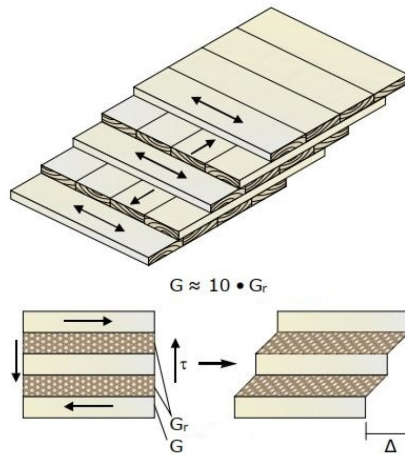


Рис. 2. Сдвиговые деформации поперечных слоев панели

Основные допущения:

- плита рассматривается как балка шириной 1 м;
- плоскость склеивания рассматривается как жесткое неподатливое соединение;

- модуль упругости поперечных слоев E_{90} принимается равным 0, так как включение этих слоев в работу не дает существенного вклада в несущую способность. Таким образом, $E_{90} = 0$;
- учитывается сдвиговая податливость поперечных слоев.

Напряжения σ и деформации w определяются как:

$$\sigma = \frac{M}{W_{eff}} = \frac{0,5 \cdot M \cdot h}{I_{eff}},$$

где M – изгибающий момент; W_{eff} – момент сопротивления эффективного сечения; h – высота сечения плиты; I_{eff} – момент инерции эффективного сечения.

$$w = \frac{1}{E_{ref} \cdot I_{eff}} \cdot \int M \cdot M_1 dx + \frac{1}{G_{ref} \cdot A_{n,eff} \cdot \kappa} \cdot \int Q \cdot Q_1 dx,$$

где E_{ref} – модуль упругости расчетного сечения; G_{ref} – модуль сдвига расчетного сечения; $A_{n,eff}$ – площадь нетто расчетного приведенного сечения; κ – корректирующий коэффициент сдвига для соответствующего поперечного сечения; Q – поперечная сила.

Для различных толщин ламелей *CLT* корректирующий коэффициент сдвига может быть вычислен следующим образом [2]:

$$\kappa = \frac{(\sum (EI + EAa^2))^2}{G_i b t_i \cdot \int_h \frac{S^2(z) E^2(z)}{G(z) b(z)} dz}$$

Касательные напряжения для рабочих продольных слоев определяются как τ_{090} , для поперечных слоев – τ_{9090} .

$$\tau_{090} = \frac{Q \cdot S_{eff,090}}{I_{eff} \cdot b_x}; \quad \tau_{9090} = \frac{Q \cdot S_{eff,9090}}{I_{eff} \cdot b_y}.$$

Значения расчетных параметров приведенного сечения таких, как площадь приведенного поперечного сечения $A_{n,eff}$, момент инерции I_{eff} , статический момент сечения относительно нейтральной оси S_{eff} определяются по формулам:

$$A_{n,eff} = \sum \frac{E_i}{E_{ref}} t_i \cdot b_x;$$

$$I_{eff} = \sum \frac{E_i}{E_{ref}} \cdot \frac{b_x t_i^3}{12} + \sum \frac{E_i}{E_{ref}} \cdot b_x t_i a_i^2;$$

$$S_{eff} = \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{E_{ref}} \cdot b_x t_i a_i.$$

Характеристики 5-слойной плиты CLT представлены на рис. 3.

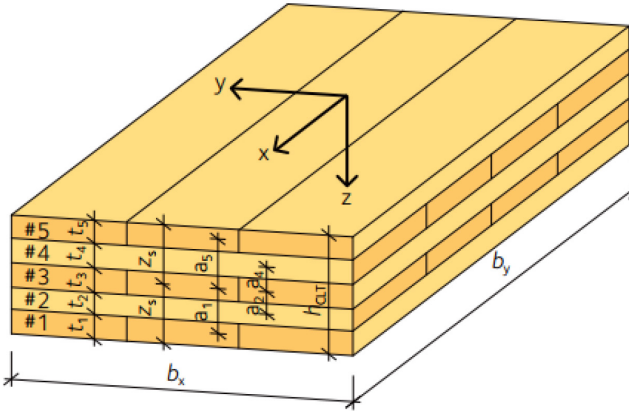


Рис. 3. 5-слойная CLT-панель симметричного сечения

Построение эпюр с учетом условия $E_{90} = 0$ и при $E_{90} \neq 0$ изображено на рис. 4 [3].

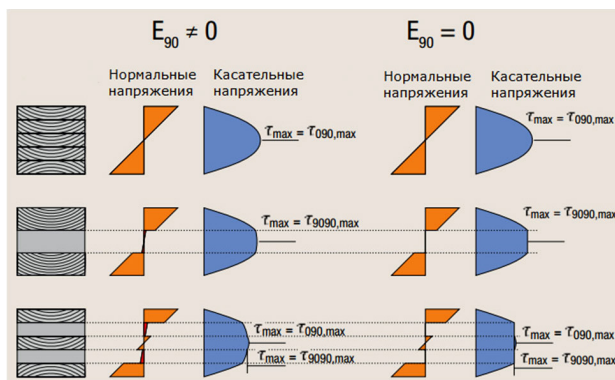


Рис. 4. Эпюры нормальных и касательных напряжений при различном значении E_{90}

Расчет изгибаемых элементов на прочность по СП 64.13330 производится по формуле (23) [4]:

$$\sigma \leq R_u,$$

где σ – нормальные напряжения в элементе, рассчитываемые по формуле, приведенной выше; R_u – расчетное сопротивление изгибу.

Условие прочности по скалыванию:

$$\tau \leq R_{ск},$$

где τ – касательные напряжения в элементе, рассчитываемые по формуле, приведенной выше; $R_{ск}$ – расчетное сопротивление скалыванию при изгибе.

В соответствии с СП 64.13330 расчетное сопротивление древесины и древесных материалов определяется по формуле (2) [4]:

$$R^p = \frac{R^H m_{дл} \cdot \prod m_i}{\gamma_m},$$

где R^H – нормативная прочность материала, МПа; γ_m – коэффициент надежности по материалу, определяемый по формуле (3) [4].

Для несущих конструкций многоэтажных зданий рекомендуется производить панели *CLT* из досок класса прочности не менее C24. Поэтому справедливым можно считать использование формулы (2) [4].

Нагрузки и воздействия принимаются по СП 20.13330.

В таблице приведены нормативные сопротивления древесины и *CLT* на изгиб и модуль упругости и сдвига из различных источников при классе используемого сырья C24.

Расчетные характеристики *CLT*

Источник	СП 64.13330 [4]		[5]	[2]
Тип/сорт	Цельная древесина 1 сорт	Цельная древесина C24	Eurocode	CLT из C24
Нормативное сопротивление при изгибе вдоль волокон (МПа)	21	24	24	24
Модуль упругости вдоль волокон E_0 (МПа)	10000	11000	11000	11000
Модуль упругости поперек волокон E_{90} (МПа)	400	370	370	400
Модуль сдвига G_0 (МПа)	500	690	690	690
Модуль сдвига поперек волокон G_R (МПа)	–	–	50	50

Таким образом, вопрос разработки методики расчета конструкций из *CLT* является наиболее актуальным в условиях развивающейся в РФ технологии. В данной статье отображена краткая методика расчета перекрытия по балочной теории, которая

может быть использована в последующих редакциях нормативных документов по проектированию деревянных конструкций. ЗадOCUMENTированная методика может поспособствовать скачку интереса к применению технологии *CLT* в строительстве средне- и многоэтажных зданий.

Литература

1. Gagnon, S., Pirvu, C. CLT handbook: cross-laminated timber. Canadian edd. 2011.
2. The CLT Handbook. Swedish Wood, 2019.
3. Profihandbuch für Brettsperrholz. Haas Fertigung GmbH, 2013.
4. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. М., 2017. 96 с.
5. EN 1995-1-1 Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings, 2014.

УДК 624.074.5+656.21

Ксения Вячеславовна Бернацкая,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: bernard4534@gmail.com

Kseniya Vyacheslavovna Bernackaya,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: bernard4534@gmail.com

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНОГО УЗЛА «КРОНШТАДТ»

DESIGN ISSUES OF THE MULTIFUNCTIONAL TRANSPORT AND TRANSFER HUB “KRONSHTADT”

Главная транспортная проблема в Санкт-Петербурге – перегруженность автомобилями и пробки, возникающие в проблемных местах, включая зоны входа автомагистралей в мегаполис, а также слабое развитие метрополите-

на и скоростных видов наземного электрифицированного транспорта. Данная статья посвящена решению этой проблемы посредством строительства высокоскоростной транспортной магистрали по периферии города. Проведен патентно-информационный поиск, в результате которого отобраны аналоги, максимально приближенные к разрабатываемой конструкции. Определена площадка для размещения ТПУ «Кронштадт» в прибрежной зоне на северо-западе острова Котлин. В ходе разработки конструктивной схемы здание разделено на два функциональных блока: основной транспортно-пересадочный и вспомогательный. Схема основного блока представляет собой стальной каркас с колоннадой из железобетонных ядер жесткости, образованных лифтовыми шахтами и пожарными лестницами.

Ключевые слова: высокоскоростной транспорт, транспортная сеть, транспортно-пересадочный узел, информационно-патентный поиск, конструктивная схема, каркасно-ствольная система.

The main transport problem in Saint Petersburg is car congestion and traffic jams that occur in problem areas, including the areas where motorways enter the metropolis, as well as the weak development of the metro and high-speed types of land-based electrified transport. This article is devoted to solving this problem by building a high-speed transport highway along the city's periphery. A patent and information search was conducted, which resulted in the selection of analogues that are as close as possible to the design being developed. A site has been identified for placing the HUB «Kronshtadt» in the coastal zone in the North-West of Kotlin Island. During the development of the design scheme, the building is divided into two functional blocks: the main transport interchange and auxiliary. The scheme of the main block consists of a steel frame with a colonnade of reinforced concrete cores formed by Elevator shafts and fire escapes.

Keywords: high-speed transport, transport network, transport interchange node, searching for patents, design scheme, framed tube system.

Санкт-Петербург – город, который является крупнейшим транспортным узлом северо-запада России и вторым в стране. В городе перевозка пассажиров осуществляется известными средствами общественного транспорта («электрички», метро, трамваи, троллейбусы и автобусы). При этом всё глубже проявляется проблема в организации пассажирских перевозок по следующим причинам: недостаточное развитие метрополитена и транспортно-пересадочных узлов, ограниченная сеть выделенных полос для наземного транспорта, чрезмерная загруженность магистралей лич-

ным автотранспортом, блокирующим наземные транспортные пути. По этим причинам вышеупомянутый комплекс наземного транспорта и метрополитен не справляются с поставленной задачей.

Для решения этой проблемы необходима реконструкция и модернизация существующей транспортной системы Санкт-Петербурга. Поэтому в рамках студенческих исследований в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете разрабатывается транспортная сеть высокоскоростного пассажирского транспорта (ВСПТ), которая должна обеспечить быстрое, безопасное и комфортное передвижение пассажиров [1]. Такая транспортная сеть значительно разгрузит систему городского транспорта.

Важнейшей характеристикой предлагаемой транспортной инфраструктуры является, привязанность транспортной сети к территории агломерации посредством транспортно-пересадочных узлов (ТПУ), соединяющих воедино уличные и внеуличные коммуникации.

Например, возведение ВСПТ, включая транспортно-пересадочный узел «Кронштадт» на Котлинской отмели, обеспечит скоростное перемещение жителей г. Кронштадт на ближайшую станцию метро «Девяткино» всего за 14 минут при максимальной скорости 500 км/ч [1].

Целесообразно строить многоэтажные ТПУ, которые, будучи объединенными с объектами социальной, сервисной и торгово-развлекательной инфраструктуры, станут многофункциональным транспортно-пересадочным комплексами и архитектурными доминантами в регионе [2].

Задачи исследования:

1. Анализ отечественного и зарубежного опыта в разработке подобных транспортных сооружений и систем.
2. Выбор местоположения проектируемого ТПУ «Кронштадт» в акватории о. Котлин.
3. Выбор конструктивной схемы здания ТПУ, объединяющей пассажиропотоки наземного городского и высокоскоростного транспорта.

Патентно-информационный поиск:

Конструктивная схема ТПУ «Кронштадт» представляет собой каркас высотного здания, который должен выдерживать не только большие ветровые нагрузки, связанные с местонахождением объекта проектирования в акватории Финского залива, но и динамические нагрузки от высокоскоростного пассажирского транспорта.

Необходимо рассмотреть отечественный и зарубежный опыт в разработке подобных транспортных систем и разработать конструктивную схему здания, способную выдержать заданные нагрузки.

Поиск проводился по патентной литературе в объеме патентных фондов развитых стран. Патентно-информационный поиск выполнен по тематике «Конструктивные решения высотных зданий» (УДК 69.032.22 Многоэтажные здания в целом) [3].

При поиске выявилось большое количество патентов на данную тему. Для дальнейшего анализа отобраны 5 документов с аналогами, которые своими решениями наиболее соответствуют проектируемому зданию. Избранные патенты (аналоги) представлены далее.

1. Патент № 2346104 МПК: E01D 1/00. Мост-платформа. Патентообладатель: Федеральное государственное образовательное учреждение Государственный университет по землеустройству (RU).

Мост-платформа включает опоры и связанные с ними пролетные конструкции, размещенные над транспортными городскими узлами и магистральными участками.

2. Патент № 2606895 МПК: E04H 1/00 Многоэтажное здание повышенной устойчивости. Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Калмыцкий государственный университет».

Создается многоэтажное здание повышенной устойчивости, включающее фундамент, ядро жесткости, внешний рамный контур из колонн и ригелей, а также объединенные в диски с центральным отверстием перекрытия. Фундамент, ядро жесткости, внешний рамный контур и диски перекрытий выполнены в пла-

не в виде треугольника Рело. Здание в плане одним из углов установлено встречно направлению основного вектора розы ветров.

3. Патент № 201792588 МПК: E04B 1/30. Конструкция из сборных легких сталежелезобетонных плит и колонн и способ ее сборки. Патентообладатель: Шанхай Мекенайзд Констракшн Груп Ко, Лтд.

Узел сборных легких сталежелезобетонных плит и колонн. Каждый уровень многоуровневой сталежелезобетонной конструкции содержит сборное легкое перекрытие и сборные легкие стеновые опоры.

4. Патент № 2187605 МПК: E04B 1/24. Сталебетонный каркас многоэтажного здания. Патентообладатель: Научно-исследовательское и экспериментально-проектное государственное предприятие «Институт БелНИИС» (ВУ).

Сталебетонный каркас включает стальные колонны, плоские сборные плиты, сталебетонные несущие балки, связевые балки и стальные соединительные элементы, объединяющие в каждом перекрытии колонны и балки в единую пространственную конструкцию посредством плоских стыковочных элементов болтами, а также средства армирования балок и колонн, бетон заполнения колонн, балок и соединительных элементов.

5. Патент № 224073 МПК: E04H 6/08. Каркас многоярусной автостоянки. Патентообладатель: ЗАО «НПГ ПАРСЕК».

Выполнение модулей с образованием колонн треугольного сечения придает каркасу улучшенные силовые характеристики за счет использования для нагруженных элементов объемных пространственных конструкций, к тому же дополнительные стойки используются для формирования той же шахты подъемника.

Предложения по архитектурно-конструктивному решению

Здание расположено на рукотворном полуострове, намытом на Котлинской отмели. По контуру полуострова устанавливаются ограждающие дамбы для защиты от наводнений. С юго-восточной

стороны намывная территория примыкает к кольцевой автодороге (КАД) и автодороге на исторический Форт «Северная батарея № 1» (рис. 1) [4].



Рис. 1. Намывной полуостров на острове Котлин

Высота здания на отметке покрытия составляет 110 м, что делает его уникальным. Транспортная платформа располагается на отметке +87,150 м, которая диктуется расположением путепровода, находящегося на абсолютной отметке +88,000 м.

Чтобы избежать вибрационных воздействий от транспортного сообщения на персонал и пассажиров МТПУ, было принято решение разделить здание на два функциональных блока (рис. 2). Основным блоком является здание ТПУ с платформой и зонами посадки-высадки пассажиров, зонами рекреации и ожидания – в верхней части, а также зонами останова общественного наземного транспорта и парковок личных транспортных средств – в нижней части. Второй вспомогательный блок, обрамляющий колоннаду первого блока, включает зоны общественного питания, зоны торгового и культурно-массового назначения, а также помещения для образовательной и научно-технической деятельности.

Габаритные размеры здания приняты из условий проектируемой платформы для прибытия и отбытия высокоскоростных транспортных составов длиной 88,0 м каждый. Так как на платформе в местонахождении рассматриваемого сооружения транс-

портная магистраль меняет свое направление, ТПУ в плане принимает форму дуги.

Конструктивная схема здания представляет собой стальной каркас с железобетонными монолитными перекрытиями, верхняя часть которого «висит» на 12 ядрах жесткости. Ядра представляют собой железобетонные монолитные короба с лифтовыми шахтами и пожарной лестницей [5].

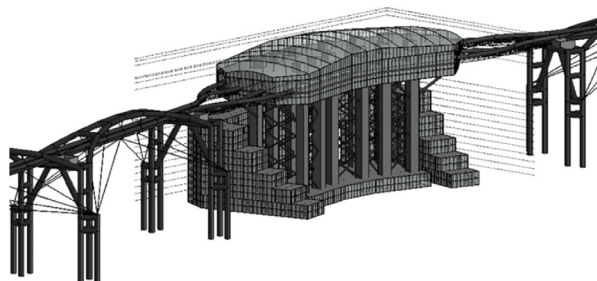


Рис. 2. Двухблочное здание ТПУ «Кронштадт» в составе ВСТМ

Заключение

1. При анализе территории о. Котлин, на котором расположен город Кронштадт, определена площадка для размещения ТПУ «Кронштадт» в прибрежной зоне на северо-западе острова вблизи Форта «Северная батарея № 1».

2. Произведен патентно-информационный поиск по тематике «Конструктивная схема высотных зданий». Для разработки конструктивной схемы ТПУ отобраны патенты с аналогами, максимально приближенными к разрабатываемой конструкции.

3. Конструктивно здание разделено на два функциональных блока: основной транспортно-пересадочный и вспомогательный. Проектируемый multifunctional транспортно-пересадочный узел представляет собой каркасно-ствольную систему со связевой конструктивной схемой здания.

Литература

1. Сенькин Н. А., Филимонов А. С., Харитонов К. Е., и др. К вопросу создания высокоскоростной транспортной магистрали в Санкт-Петербурге // Транспортные системы и технологии. 2019. Т. 5. № 4. С. 73–95.
2. Об утверждении Единых требований к формированию транспортно-пересадочных узлов и транспортно-пересадочных комплексов на сети железных дорог ОАО «РЖД»: распоряжение ОАО «РЖД» от 22.09.2016 № 1945р. URL: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-OAO-RZHD-ot-22.09.2016-N-1945r/> (дата обращения: 04.03.2020).
3. ГОСТ Р 15.011-96. Система разработки и постановки продукции на производство (СППП). Патентные исследования. Содержание и порядок проведения. М.: Стандартинформ, 2010. 16 с.
4. Азаренкова З. В. Транспортно-пересадочные узлы в планировке городов. М.: ОАО Типография «Новости», 2011. 96 с.
5. СП 395.1325800.2018. Транспортно-пересадочные узлы. Правила проектирования. М.: Стандартинформ, 2018. 23 с.

УДК 624.014.2

Азиз Джумаев, студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: tl-zer@yandex.ru

Aziz Jumayev, student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: tl-zer@yandex.ru

О ЖИВУЧЕСТИ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОПОР ВЛ ПРИ КРИТИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ

ABOUT THE SURVIVABILITY OF STEEL STRUCTURES OF OVERHEAD LINE SUPPORTS IN CASE OF CRITICAL DAMAGE

Проблема прогрессирующего обрушения зданий и сооружений занимает важное место в современном инженерном сообществе. Данная статья посвящена вопросу живучести стальных конструкций свободностоящих опор воздушных линий электропередачи (ВЛ) при локальном разрушении несущего элемента либо одного узла. Выполнены расчеты на прогрессирующее обрушение опор новых типов УС500-2/14Л методом конечных элементов в расчетно-

вычислительных комплексах ЛИРА-САПР и SCAD++. По результатам расчетов, в условиях локального разрушения несущего элемента, живучесть, как несущая способность ослабленных конструкций опор, обеспечивается оставшимися элементами, прежде всего, диафрагмами жесткости.

Ключевые слова: живучесть, прогрессирующее обрушение, локальное разрушение, воздушные линии электропередачи, метод конечных элементов.

The problem of progressive collapse of buildings and structures occupies an important place in the modern engineering community. This article is devoted to the question of survivability of steel structures of free-standing supports of overhead power lines in case of local destruction of a bearing element or a single node. Calculations for the progressive collapse of supports of the new types УС500-2/14Л were performed using the finite element method in the LIRA-SAPR and SCAD++ computing complexes. According to the results of calculations, in the conditions of local destruction of the bearing element, the bearing capacity or survivability of the weakened support structures is provided by the remaining elements, primarily by the stiffness diaphragms.

Keywords: survivability, progressive collapse, local destruction, overhead power lines, finite element method.

В РФ прогрессирующее обрушение в результате аварийного воздействия регулируется сводами правил СП 20.13330.2016 [1], СП 296.1325800.2017 [2] и СП 385.1325800.2018 [3]. Прогрессирующее или лавинообразное обрушение есть «последовательное (цепное) разрушение несущих строительных конструкций, приводящее к обрушению всего сооружения и его частей вследствие локального разрушения» [3].

Цель исследования – разработка расчетных моделей и определение конструктивных решений по предотвращению прогрессирующего обрушения стальных свободностоящих опор ВЛ путем повышения живучести конструкции.

Актуальность: Опоры линий электропередачи – широко распространенные и ответственные сооружения, выполняющие функцию транспортировки электроэнергии от электростанции до потребителя при условиях надежности и безопасности их строительных конструкций. Современное общество не в состоянии представить свою жизнь без электроэнергии. Прогрессирующее обрушение опоры с её падением в результате разрушения одного

из ее несущих элементов – одна из возможных причин аварийного прекращения электроснабжения потребителей, поэтому перед проектировщиками стоит задача не допустить таких аварий. Ведь восстановление конструкций опор ВЛ и последствия при их обрушении вызовут как колоссальный экономический ущерб потребителей электроэнергии, так и значительные затраты времени и материальных средств на восстановление ВЛ.

Согласно пункту 5.11 СП 296.1325800.2017 [2] расчет на действие особых воздействий производится с использованием пространственных расчетных схем (вторичная расчетная схема), моделирующих данное разрушение, по первому предельному состоянию на особое сочетание нагрузок, включающих в себя нагрузки, определяемые в соответствии с пунктами 1.1, 3.8, 4.3, 4.7, 5.6, 6.5 СП 20.13330.2016 [1] в среднеэксплуатационном режиме (среднегодовая температура, собственный вес опоры, проводов и тросов, тяжение проводов и тросов, при отсутствии ветра и гололеда), с использованием программно-вычислительных комплексов: ЛИРА-САПР и SCAD++.

Расчет анкерно-угловой опоры УС500-2/14Л

Двухцепная анкерно-угловая опора УС500-2/14Л, она же концевая опора, предназначена для натяжной подвески трех проводов в фазе марки АСКП 600/67 и двух грозозащитных тросов ОКГТ-с-1-24(Г.652)-19,2/104 (рис. 1). В расчетах при вычислении нагрузок на опору принято максимальное напряжение в проводе – 67.5 МПа, а максимальное напряжение в грозотросе – 120 МПа (рис. 2). Производится расчет при последовательном исключении группы прифундаментных элементов конструкции (рис. 3) или узла (пояс и примыкающие два раскоса) у каждого нижнего опорного узла для выявления максимально неблагоприятной ситуации (табл. 1).

Из табл. 1 следует, что максимальные усилия в поясах конструкций опоры УС500-2/14Л (вторичная схема) возникают в аварийной ситуации для концевой опоры при угле входа ВЛ – 30° (вариант III), а в раскосах – в варианте I. Здесь отклонение результатов

расчета по двум программным пакетам не превышает 0,3 %, что подтверждает достоверность расчета в соответствии с требованиями п.10.14 ГОСТ 27751–2014 [4].

Из табл. 2 следует, что при разрушении нижней панели пояса наибольшее усилие U не превышает предельного значения, при этом имеется значительный резерв несущей способности (91 %). Но негативная метаморфоза происходит со сжатым нижним раскосом D , когда перекрестная решетка в связи с потерей второго раскоса превращается в одиночную треугольную, что увеличивает расчетную длину раскоса l_{ef} и его гибкость λ в два раза. Расчет нижнего сжатого раскоса D , выполненный по СП16.13330.2017 [5] на центральное сжатие, показывает значительную его перегрузку (213 %) с потерей его устойчивости и ускоряющимся лавинообразным разрушением следующих элементов, включая панели пояса, что приводит к коллапсу (катастрофе конструкции [6; 7]), полному прогрессирующему обрушению с падением опоры.

Таблица 1

Максимальные усилия в приопорных несущих элементах опоры УС500-2/14Л (в числителе: усилие в поясе U , в знаменателе: усилие в раскосе D , см. рис. 3)

Реализация опоры, программы и варианты схем		Вариант I	Вариант II	Вариант III	Вариант IV
		$N, \text{ т}$	$N, \text{ т}$	$N, \text{ т}$	$N, \text{ т}$
Анкерно-угловая опора. Угол поворота 70°	ЛИРА-САПП	-173.5/ -15.0	-145.5/ 9.8	-145.5/ 9.8	-173.5/ -15.0
	SCAD++	-173.5/ -15.0	-145.6/ 9.7	-145.6/ 9.8	-173.5/ -15.0
Концевая опора. Угол входа ВЛ – 0°	ЛИРА-САПП	-152.7/ -13.2	-152.3/ -13.2	-128.1/ 8.6	-128.1/ 8.7
	SCAD++	-152.8/ -13.2	-152.7/ -13.2	-128.1/ 8.6	-128.1/ 8.7
Концевая опора. Угол входа ВЛ – 30°	ЛИРА-САПП	172.1/ -13.9	-137.4/ -11.7	-174.1/ -11.6	-93.6/ -5.1
	SCAD++	172.1/ -14.1	-137.7/ -11.7	-174.1/ 11.5	-93.6/ -5.1

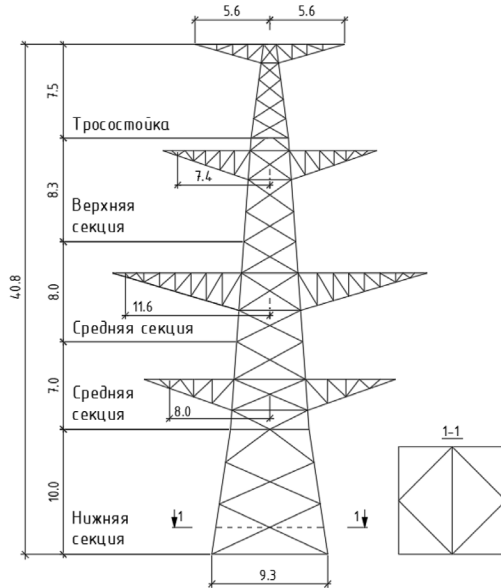


Рис. 1. Габаритные размеры анкерно-угловой опоры УС500-2/14Л (первичная схема) с дополнительной ромбовидной диафрагмой (1-1), подкрепляющей раскосы

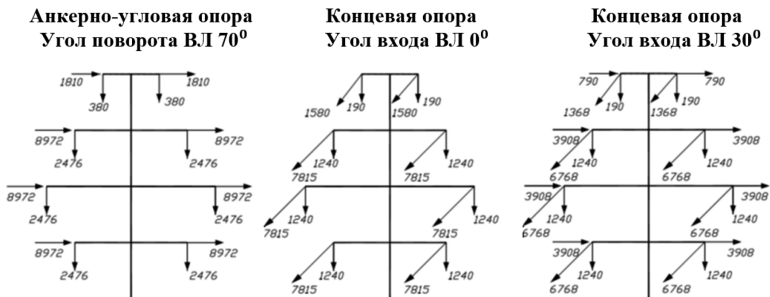


Рис. 2. Схема приложения нагрузок от проводов и грозозащитных тросов на опору УС500-2/14Л при среднеэксплуатационном режиме для вторичной расчетной схемы

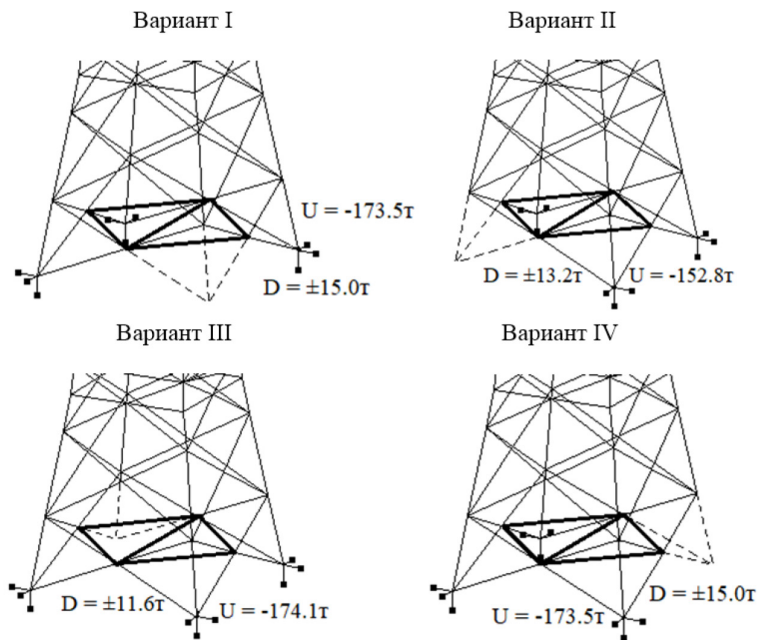


Рис. 3. Вторичные расчетные схемы опоры УС500-2/14Л с удаленным узлом (пунктир) и дополнительной диафрагмой жесткости (выделенные элементы)

Таблица 2

Проверка напряжений в самой нагруженной нижней панели сжатого пояса U и сжатого нижнего раскоса D в первичной и вторичной схемах опоры УС500-2/14Л

Усилия и сечение	Схема первичная (рис. 1)					Схема вторичная (рис. 3)			
	$N, \text{т}$	$I_{ef}, \text{см}$	λ	$\sigma, \text{МПа}$	$R, \text{МПа}$	$N, \text{т}$	$I_{ef}, \text{см}$	λ	$\sigma, \text{МПа}$
Пояс U , 2 L200×14	-248,5	378	48	299,3	320,0	-174.1	378	48	27,6

Усилия и сечение	Схема первичная (рис. 1)					Схема вторичная (рис. 3)			
	$N, \text{т}$	$I_{эф}, \text{см}$	λ	$\sigma, \text{МПа}$	$R, \text{МПа}$	$N, \text{т}$	$I_{эф}, \text{см}$	λ	$\sigma, \text{МПа}$
Раскос D , $L180 \times 11$	-18,5	506	141	270,0	340,0	-15,0	1012	282	722,7
То же, с диафрагмой	-18,5	506	141	270,0	340,0	-15,0	320	160	220,8

Обеспечение живучести должно быть заложено при проектировании конструкции: достаточно увеличить сечение данных критических раскосов либо установить дополнительную диафрагму, преимущественно ромбического вида с одной либо двумя диагоналями, подкрепляющую узлы пересечения основных раскосов D (рис. 1). По результатам расчетов, в условиях локального разрушения несущего элемента, живучесть или несущая способность ослабленных конструкций опор обеспечивается оставшимися элементами, прежде всего диафрагмами жесткости (рис. 3). Превентивная установка такой диафрагмы обеспечивает достаточную защиту конструкции опоры от прогрессирующего обрушения, т. е. повышает её живучесть, например, установка диафрагмы дает резерв несущей способности рассматриваемого раскоса D почти 35 % (табл. 2).

Выводы

Произведенные в данной статье расчеты при среднеэксплуатационных нагрузках показывают, что при аварийном воздействии на стальные опоры ВЛ возможны разные сценарии напряженно-деформированного состояния конструкций, включая прогрессирующее обрушение с падением опор, если не выполнять расчеты конструкций на такие воздействия и усиление для обеспечения

живучести конструкций. Кроме того, необходимо дополнить основной нормативный документ по прогрессирующему обрушению СП 385.1325800.2018 разделом, посвященным формированию расчетных моделей, назначению нагрузок, алгоритму проведения расчета и обеспечению живучести линейных конструкций и сооружений, таких как опоры воздушных линий электропередачи.

Литература

1. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. М.: Стандартинформ, 2019.
2. СП 296.1325800.2017. Здания и сооружения. Особые воздействия. М.: Стандартинформ, 2017.
3. СП 385.1325800.2018. Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2018.
4. ГОСТ 27751–2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2015.
5. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. М.: Стандартинформ, 2017.
6. Айдемиров К. Р. Состояние проблемы прогрессирующего разрушения зданий и сооружений, классификация задач и подходы к их решению // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2010. № 18. С. 117–129.
7. Ягнюк Б. Н. Владимир Антонович Труль и развитие норм проектирования стальных конструкций // Архитектура – строительство – транспорт: материалы 72-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. 5–7 октября 2016 г.: [в 3 ч.]. Ч. I. Архитектура и строительство; СПбГАСУ. СПб., 2016. С. 81–86.

УДК 69.07

*Камиль Фанилович Усманов, студент
Алексей Павлович Гончарук, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: tyz-ik@yandex.ru,
wi-fi97@mail.ru*

*Kamil Fanilovich Usmanov, student
Alexey Pavlovich Goncharuk, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: tyz-ik@yandex.ru,
wi-fi97@mail.ru*

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ДИЗАЙН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

GENERATIVE DESIGN IN CONSTRUCTION INDUSTRY

С каждым днём новые технологии интегрируются в самые разные отрасли. Одной из таких технологий в области проектирования является генеративный дизайн – новый подход к проектированию, позволяющий получить наиболее оптимальные решения конкретной задачи с минимальным расходом заданного ресурса. Из-за сложных форм, получаемых по результатам расчёта генетическими алгоритмами, наиболее подходящим способом производства становятся аддитивные технологии. В статье рассматривается как применение генеративного дизайна в строительстве, так и применение 3D-печати металлом. В статье представлено исследование физико-механических характеристик образцов, полученных посредством 3D-печати металлом, а также проведена оценка возможности применения данной технологии для печати строительных конструкций.

Ключевые слова: генеративный дизайн, генетические алгоритмы, 3D-печать металлом, WAAM, металлические конструкции.

Every day, new technologies are being integrated into a variety of industries. One of these technologies in the field of design is generative design – a new approach to design that allows you to get the most optimal solutions to a specific problem with minimal consumption of a given resource. Because of the complex shapes obtained from the calculation results by genetic algorithms, additive technologies become the most suitable method of production. The article considers both the use of generative design in construction and the use of 3D printing by metal. The article presents a study of the physical and mechanical characteristics of samples obtained by 3D printing with metal, as well as an assessment of the possibility of using this technology for printing building structures.

Keywords: generative design, genetic algorithms, 3D metal printing, WAAM, metal constructions.

Наиболее оптимальный способ производства элементов металлических конструкций для строительства на сегодняшний день – это прокатка. Подавляющее число металлических конструкций изготавливается из готовых профилей заводского изготовления. Одну из наиболее интересных альтернатив предлагают аддитивные технологии. Высокая стоимость, большое количество затраченного времени на изготовление компонентов и малое количество исследований данной темы мешают массовому внедрению в строительство, тем не менее, во многих наукоёмких производствах аддитивные технологии уже внедрены в производство. Так, например, 3D-печать, в том числе печать металлом, активно применяются в медицине (изготовление имплантов, протезов, коронок и т. д.), ювелирном деле, аэрокосмической промышленности (печать компонентов реактивных двигателей, оболочек, резервуаров и т. д.), машиностроении и прочих областях.

Сейчас, применение 3D-печати металлом оправдано только совместно с технологией порождающего проектирования, более известной как «генеративный дизайн». Такая комбинация позволяет получить конструкцию наиболее оптимальной формы с максимально возможной экономией материала.

Генеративный дизайн можно назвать новой ветвью развития проектирования изделий и конструкций. На момент написания этой статьи, модуль генеративного дизайна не используется ни в одной программе, распространённой на территории Российской Федерации и направленной на построение геометрии или расчёт конструкций в строительстве. Генеративный дизайн – подход к проектированию и дизайну продукта, при котором человек делегирует часть процессов компьютерным технологиям и платформам [1]. В этом случае инженер непосредственно не ищет решение поставленной задачи, а описывает ее параметры и ограничения программе, после чего та создает (генерирует) варианты решения, которые формируют видение продукта. В отличие от традиционных инструментов дизайна и проектирования, генеративные системы полуавтономно создают и первично отбирают варианты решений, что изменяет

характер взаимодействия человека с системой: программа воспринимается не как средство, а как полноценный участник проектирования [2]. Некоторые генеративные системы позволяют пользователю переформулировать, корректировать и уточнять задачу по промежуточным результатам, а также самообучаются в процессе поиска решений. Основной целью порождающего проектирования является снижение количества используемого материала, поиск наиболее рациональной формы с минимальной массой и допустимой по граничным условиям прочностью [3].

В рамках проведённого исследования, с применением технологии генеративного дизайна, была получена геометрия балки (рис. 1) с жёстким закреплением опор и равномерно распределённой нагрузкой. Масса, взятой за пример для оптимизации, двутавровой балки равнялась 960 кг, полученная конструкция обладает массой в 619,8 кг, что доказывает теоретическую возможность применения данной технологии в строительстве (оптимизация производилась в ПК *Autodesk Fusion 360*).

В ходе оптимизации балки в данном программном комплексе был выявлен ряд проблем и недостатков, не дающих внедрить данный метод проектирования в строительство, самым существенным из них является невозможность оптимизации конструкций с учётом влияния их устойчивости.



Рис. 1. Результат подбора геометрии в программе *Fusion 360*

Помимо оптимизации двутавровой балки, в рамках данного исследования была проведена оценка возможности применения 3D-печати металлом для производства строительных конструкций, а именно – производство образцов для испытаний на чистый изгиб, растяжение и ударную вязкость методом аддитивного электродугового выращивания сварной проволоки (*WAAM – Wire + Arc Additive Manufacturing*). *WAAM* – это инновационная технология, применяемая для производства крупногабаритных изделий из металла, представляющая из себя методику электродугового выращивания – это развитый и сложно-контролируемый процесс наплавки металла плавящимся электродом (рис. 2) [4].

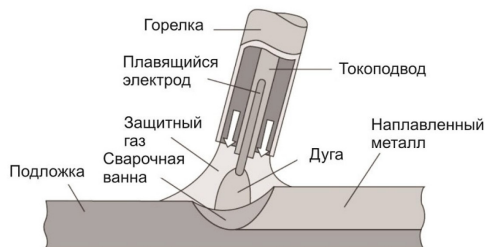


Рис. 2. Процесс наплавки металла технологией *WAAM*

Следует уточнить, что образцы были изготовлены путём послойной наплавки сварной проволоки сварочным аппаратом, установленным к промышленному шестиосевому роботу-манипулятору без соблюдения всех нюансов технологии *WAAM*.

После получения наплавленных брусков, была проведена механическая обработка, с целью получения стандартных образцов для испытаний (рис. 3). Образцы изготавливались согласно требованиям нормативно-технической документации (рис. 4). Также, в процессе механической обработки был установлен факт неоднородности образцов, наличия небольших пор, заметно снижающих характеристики материала, что в дальнейшем было установлено в ходе лабораторных испытаний.

логии, предел текучести образцов оказался ниже, чем у металла проволоки (предел текучести металла проволоки равен 240 МПа), поскольку внутри образцов были обнаружены поры. Диаграмма растяжения стали для одного из образцов представлена на рис. 5.

По результатам исследования можно сделать следующий вывод: выполнять печать электродуговым выращиванием стальной проволоки следует по заранее разработанной и отлаженной технологии, зависящей от геометрических параметров детали и материала печати, при несоблюдении технологии будут наблюдаться дефекты в теле деталей, что произошло в нашем случае. Технология может применяться на массовом производстве только в случае значительного увеличения скорости печати. На данный момент, касательно генеративного дизайна в строительстве можно заключить лишь следующее: пусть идеала достичь нельзя, но можно к нему приблизиться, создавая модели под традиционные технологии [5].

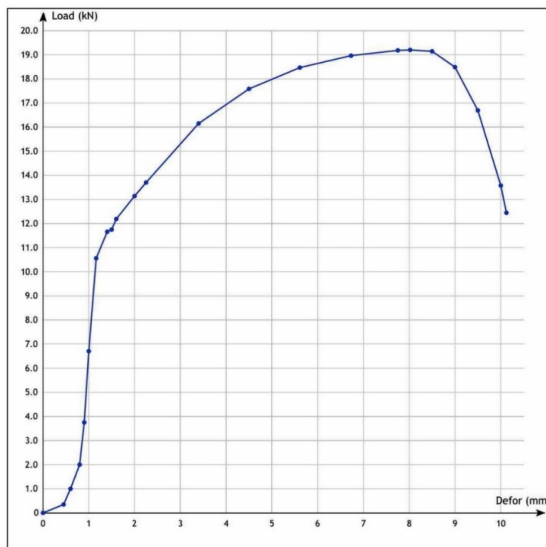


Рис. 5. Диаграмма растяжения стали образца, напечатанного манипулятором

Литература

1. Популярная механика: электрон. журн. 2019. № 3. URL: <https://www.popmech.ru/design/468212-intellekt-izmenivshiy-nashu-zhizn-generativnyu-dizayn/> (дата обращения: 11.03.2020).
2. САПР и графика: электрон. журн. 2017. № 11. URL: <https://sapr.ru/article/25537> (дата обращения: 11.03.2020).
3. 3D TODAY: электрон. журн. 2019. № 3. URL: <https://3dtoday.ru/blogs/imprinta/generative-design-revolution-in-3d-printing/> (дата обращения: 11.03.2020).
4. WAAM // Лаборатория лёгких материалов и конструкций – Санкт-Петербург: сайт. Санкт-Петербург, 2013 URL: [http://lwms.spbstu.ru/razrabotki/wire-and-arc-additive-manufacturing-\(waam\)/](http://lwms.spbstu.ru/razrabotki/wire-and-arc-additive-manufacturing-(waam)/) (дата обращения: 11.09.2019).
5. ХАБР: электрон. журн. 2017. № 12. URL: <https://habr.com/ru/company/nanosoft/blog/345500/> (дата обращения: 11.03.2020).

УДК 692.232.4.: 693.98

Дмитрий Михайлович Андреев, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: dmitri_andreev97@mail.ru

Dmitri Michailovich Andreev, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: dmitri_andreev97@mail.ru

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

ANALYSIS OF TECHNICAL SOLUTIONS USED IN THE RECONSTRUCTION OF BUILDINGS IN SAINT PETERSBURG

В данной статье рассматриваются основные технические решения и особенности реконструкции зданий и сооружений, с учетом исторически сложившейся застройки Санкт-Петербурга. Под реконструкцией подразумевается ряд мероприятий по переустройству сооружения, проводимых с помощью различных архитектурных средств и приемов, с целью адаптации объектов к современным условиям социокультуры и максимально приближенному к первоначальному виду, утраченному полностью или частично под воздействием времени или иных разрушительных факторов. В статье проводится анализ осо-

бенностей методов усиления строительных конструкций при реконструкции зданий в Санкт-Петербурге.

Ключевые слова: реконструкция, бутовые фундаменты, историческая застройка, усиление конструкций, демонтажные работы, технология ремонтно-строительного производства.

This article discusses the main technical solutions and features of reconstruction of buildings and structures, taking into account the historical development of St. Petersburg. Reconstruction refers to a number of measures to reconstruct the structure, carried out using various architectural means and techniques, in order to adapt the objects to modern conditions of social culture and as close as possible to the original appearance, lost completely or partially under the influence of time or other destructive factors. The article analyzes the features of methods for strengthening building structures in the reconstruction of buildings in St. Petersburg.

Keywords: reconstruction, rubble foundations, historical buildings, strengthening of structures, dismantling works, technology of repair and construction production.

Реконструкция объектов капитального строительства – изменение параметров объекта капитального строительства, его частей (высоты, количества этажей, площади, объема), в том числе надстройка, перестройка, расширение объекта капитального строительства, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства, за исключением замены отдельных элементов таких конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановления указанных элементов [1].

Реконструкция должна осуществляться с учетом решения определенных задач, описанных, а именно:

Сохранение ценных в историко-культурном отношении качеств сложившейся городской застройки; Охрана и реставрация памятников истории и культуры; Более полная реализация градостроительного потенциала территории, интенсификация использования её территории; Развитие жилой и общественной функции; Улучшение условий жизнедеятельности, в том числе с учетом потребности инвалидов и маломобильных групп населения; Совершенствование транспортной и инженерной инфраструктуры; Улучшение эколо-

гической и санитарно-гигиенической ситуации, оздоровление территории и др. [2].

Проблемы, с которыми могут столкнуться при реконструкции зданий в Санкт-Петербурге высокая плотность застройки, исторически сложившаяся застройка центральных районов города, со слабо развитой дорожной инфраструктурой, большое количество памятников культуры и архитектуры, слабые грунт [3].

В развитии строительных конструкций в Санкт-Петербурге выделено 5 этапов:

Петровский этап (1703–1720-е гг.) – характеризуется строительством зданий на основе фахверковых деревянных землебитных конструкций, быстровозводимых, но недолговечных. Следующий этап (1720–1780-е гг.), в его основу легло использование сводчатых и сводчато-балочных дерево-кирпичных строительных конструкций, бутовых фундаментов, стропильным фермам и стальным кровлям. Третий этап (1770–1860-е гг.) характерен дальнейшей оптимизацией основных структурных частей здания, путем повышения качества строительных материалов, использованием гидравлических растворов, изделий из известняка и др. На четвертом этапе (1850–1880-е гг.) окончательно сформировалась петербургская конструктивная система с использованием, в основном, конструктивных схем с продольными несущими стенами, бутовыми фундаментами на лежнях и ростверках, арками и сводами в конструкциях стен и полов подвалов, сводчатыми перекрытиями, железными крышами по наслонным стропилам. Долговечность несущих конструкций, выполненных из камня (стены, перекрытия, фундаменты) была рассчитана на весь срок службы здания и не требовала замены или ремонта, однако конструкция крыш была разработана на срок службы около 40 лет, требующей периодических капитальных ремонтов. Пятый этап (1870–1910-е гг.) характерен началом использования монолитного железобетона.

Можно выделить три направления в реконструкции устаревших зданий: реконструкция зданий в пределах существующих площадей, реконструкция предусматривающая значительное уве-

личение площадей зданий путем удлинения и пристройки новых, модернизации существующих и создания нового сблокированного здания, и реконструкция предусматривающая возведение старого нового всеобъемлющего здания [4].

Экономические преимущества реконструкции, по сравнению с новым строительством убедительно доказаны на практике. Капитальные вложения, в среднем, снижаются на 8... 10 %, а иногда и более. Основным конструктивно-технологическим приемом реконструкции зданий является сохранение конструкций наружных и внутренних стен, лестничных клеток с устройством перекрытий повышенной капитальности.

Технологические процессы, характерные ремонтно-строительному производству при реконструкции зданий, объединяют в следующие основные группы: демонтаж строительных конструкций и инженерных сетей; ремонт и усиление основных конструкций; монтаж сборных и монолитных конструкций в существующих зданиях; отделочные работы (внутренние и внешние); замена или устройство вновь подземных коммуникаций; благоустройство прилегающей территории.

Одним из самых важных этапов реконструкции здания является подготовительный. Во время данного этапа необходимо решить следующие вопросы: определить местонахождение существующих геодезических знаков, надземных и подземных коммуникаций, доставить для ведения работ необходимые машины, механизмы и материалы, снимается растительный грунт, проводятся мероприятия по водопонижению. Необходимо предусмотреть мероприятия, предупреждающие повреждение коммуникаций. Это может быть усиление подземных коммуникаций, укрепление оснований под фундамент существующих сооружений, укрепление стен будущих котлованов.

Водоотвод с территории строительной площадки осуществляется по средствам устройства резервов, кавальеров и отвалов, располагаемых с нагорной стороны площадки. При невозможности их устройства или при сильном обводнении, используют-

ся дренажные системы. Открытый дренаж используется при необходимости водопонижения на глубину 0,3–0,4 м. и при грунтах с малым коэффициентом фильтрации. Он представляет собой траншею глубиной до 1,5 м с откосами 1:2 и уклоном по дну канала. На дно укладывается слой крупнозернистого песка, щебня толщиной 10–15 см. или гравия. Закрытый дренаж представляет собой траншею с уклоном в сторону сброса воды, заполненную дренирующим материалом. на дно укладываются дренажные трубы, обсыпанные не менее чем двумя слоями фильтрующего материала. Для внутреннего слоя принято использовать гравий или щебень, для наружного – песок.

Одной из причин повреждения и деформаций конструкций здания является неравномерная осадка здания. Она возникает в результате неоднородности оснований, выклинивании слоев под отдельными частями здания, неодинаковой толщиной слоев, линзообразное залегание слоев, различия плотностей грунта, использование различных слоев грунта под отдельными частями здания и др. Для того, чтобы повысить несущую способность грунтов, применяются методы их усиления. Искусственное закрепление путем нагнетания жидкого стекла под давлением (силикатизация), горячего битума (битумизация), цементного раствора (цементация). Нагнетание раствора происходит под высоким давлением (до 2500 КПа) при помощи забитых в грунт труб диаметром 19–38 мм – инъекторов. Отверстия в грунте, оставленные после инъекторов, заполняются цементным раствором или глиной. Также усиление можно проводить путем устройства свайных оснований. Такой метод позволяет добиться увеличения расчетного сопротивления основания до 40 %.

Типичными фундаментами, характерными для исторической застройки Санкт-Петербурга, являются бутовые из известнякового камня, песчаника, гранитных камней или диабаз на деревянных лежнях – горизонтально уложенных деревянных бревнах [5].

Основными методами усиления существующих фундаментов являются: подводка фундаментов, заключающаяся в увеличении площади подошвы и заглубления фундамента методом частичной

или полной замены старой фундаментной кладки. Усиление фундамента с помощью обойм производится в тех случаях, когда подводка фундаментов затруднена. Для этого используются отдельные бетонные блоки, ленты или обоймы. Соединение старой и новой частей фундамента зависит от характера старой кладки. Для надежной передачи нагрузки на бутовый фундамент, хватает неровности кладки. При плотных кирпичных фундаментах используются шпачные соединения в виде бетонного «зуба». Узкие двухветвевые обоймы, или замкнутые по ограниченному контуру одинарные обоймы, более рациональны и длительно надежны, чем широкие обоймы. Одним из способов укрепления кладки фундаментов можно считать их армирование буроинъекционными сваями. Они представляют собой шпур диаметром 75–150 мм, армированный металлическими стержнями и заполненный под определенным давлением цементно-песчаным раствором.

Технология производства демонтажных и монтажных работ реконструируемых зданиях имеет ряд особенностей. Производство этих работ может подразумевать разборку крыши и демонтаж пришедших в негодность конструкций через верх. При аккуратной разборке можно сохранить до 80% материала. Второй способ осуществляется при невозможности разборки крыши и относительно небольших размерах демонтируемых или монтируемых конструкций – через оконные проемы. При подаче материалом через верх реконструируемого здания, конструкции устанавливаются по схеме снизу - вверх. При подаче материалов «в окно» механизмы используются в основном как транспортные средства; установка деталей при этом производится вручную.

До начала разборки здания проводят обследование технического состояния его конструкций по ГОСТ 31937–2011 или же по ГОСТ Р 55567–2013 если оно является объектом культурного наследия.

Разборку конструкций стен и перекрытий, осуществляют по средствам их частичного разрушения с применением ручных машин (отбойные молотки, перфораторы, дискофрезерные машины)

на укрупненные блоки. Следует особенно сильно следить за исполнением техники безопасности – вести работы с рабочими настилов и с использованием средств индивидуальной защиты.

Необходимость соблюдения всех требований безопасности, определяет выбор грузоподъемных механизмов при реконструкции зданий, которая зачастую проводится в стесненных условиях строительной площадки. Использовать башенные краны не всегда предоставляется возможным, наибольшее распространение получили самоходные стреловые краны.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 24.04.2020) // Собрание законодательства РФ. 03.01.2005. № 1 (часть 1). Ст. 16.
2. ТСН 30-306-2002. Реконструкция и застройка исторически сложившихся районов Санкт-Петербурга. Территориальные строительные нормы: утверждены распоряжением Администрации Санкт-Петербурга от 22.02.2002 № 250-ра. СПб., 2003. 70 с.
3. Ковалев Д. С. Доходные дома центральных районов Санкт-Петербурга (1860–1917): градостроительные и конструктивно-планировочные // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2016. № 5. С. 67–79.
4. Головина С. Г. Конструкции и архитектурная форма объектов жилой исторической застройки (с учетом реконструкции Санкт-Петербурга): автореф. дис. ... канд. арх.:18.00.01: защищена 30.10.2008, СПбГАСУ. СПб., 2008. 20 с.
5. Нежижимов Р. В. Технология реконструкции каменной кладки фундаментов исторических зданий // Академическая публицистика. 2017. № 5. С. 25–33.

УДК 658.562

Анна Владимировна Аронская,
студент магистратуры
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: aronskiia@list.ru

Anna Vladimirovna Aronskaya,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: aronskiia@list.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СВАРОЧНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

IMPROVING QUALITY CONTROL DURING WELDING OPERATIONS IN CONSTRUCTION

Сварка занимает лидирующее место среди технологических процессов в изготовлении и сооружении большого числа промышленных объектов. Состояние и особенности применяемых методов и средств контроля оказывают существенное влияние на надежность контроля сварных конструкций. Наличие своевременной и объективной информации о качестве сварных соединений позволяет принимать эффективные меры по предупреждению появления дефектов. Как показывает практика, проблему обеспечения качества сварочных работ и сварных соединений можно решить только в комплексе большого множества взаимосвязанных производственных факторов, влияющих на качество сварки. Представляется актуальной разработка аналитических средств, критериев, способов и методологий, использующих технологии искусственного интеллекта и облачные технологии, с целью выработки решений, позволяющих вывести контроль качества при проведении сварочных работ на иной уровень, обеспечивающий снижение субъективной составляющей контроля и в целом совершенствующий существующие решения по контролю качества при проведении сварочных работ в строительстве.

Ключевые слова: качество сварки, контроль качества при проведении сварочных работ, предупреждение появления дефектов, сварные соединения.

Welding takes a leading place among technological processes in the manufacture and construction of a large number of industrial facilities. The level and features of the applied methods and means of control have a significant impact on the reliability of control of welded structures. The availability of timely and objective information about the quality of welded joints allows you to take effective measures to prevent the appearance of defects. As practice shows, the problem of ensuring the

quality of welding operations and welded joints can be solved only in the complex of a large number of interrelated production factors that affect the quality of welding. It seems relevant to develop analytical tools, criteria, methods and methodologies using artificial intelligence and cloud technologies in order to develop solutions that allow you to bring quality control during welding to a high level, which reduces the subjective component of control and generally improves existing solutions for quality control during welding in construction.

Keywords: welding quality, quality control during welding operations, prevention of defects, welded joints.

Общеизвестно, что сварка занимает лидирующее место среди технологических процессов в изготовлении и сооружении большого числа промышленных объектов. Сварные конструкции обычно на 30–40 % легче литых, клепаных или собранных на резьбовых (муфтовых) соединениях, что приводит к значительной экономии металлов и трудозатрат. Стоимость сварных конструкций значительно ниже, так как уменьшается или исключается объем таких работ, как пробивка или сверление отверстий, чеканка, клепка и др. Практически все промышленные объекты, большая часть которых является потенциально опасными, создаются с применением сварки. В настоящее время нет ни одной стройки, ни одного предприятия строительной индустрии и промышленности, где бы ни применялась сварка, пайка или огневая резка металлов. Изготовление, монтаж металлических и сборных железобетонных конструкций и сооружений практически всегда неразрывно связаны с применением различных сварочных процессов.

Рост требований к качеству сварных соединений и повышению производительности труда, внедрение высокопрочных материалов, новых способов сварки предъявляют высокие требования к организации сварочных работ. Также велико число аварий, произошедших из-за некачественно выполненных сварочных работ в условиях недостаточной организации контроля качества работ [1].

Состояние и особенности применяемых методов и средств контроля оказывают существенное влияние на надежность контроля [2; 3]. Наличие своевременной и объективной информации

о качестве сварных соединений позволяет принимать эффективные меры по предупреждению появления дефектов.

Высокое качество изготовления сварных изделий является гарантом их безопасности и одним из главных факторов, продлевающих эксплуатационный ресурс сварных изделий. Углубленные исследования проблемы качества продукции (не только сварных изделий) в мире начались примерно с середины 1960-х годов. Определялись сущность понятия “качества продукции”, методы его оценки, теория и практика статистических методов контроля качества.

Следующий этап работ в этой области – переход к решению задач управления качеством. Под управлением качеством понимается установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции при ее разработке, производстве и эксплуатации или потреблении, осуществляемое путем систематического контроля качества и целенаправленного воздействия на условия и факторы, влияющие на качество продукции. Применительно к сварочному производству основной задачей системы управления качеством является установление оптимального уровня качества и создание необходимых условий для обеспечения этого уровня на всех этапах сборочно-сварочного производства.

Всесторонне рассматривая имеющуюся ситуацию, представляется необходимым, применяя современные инструменты методов календарного планирования, создавать, применять и постоянно совершенствовать комплексные системы контроля качества сварочных работ в максимально широком смысле – на всех стадиях формирования качества сварки – от контроля технической документации и входного контроля основных и вспомогательных сварочных материалов и заканчивая приемочным контролем сварных изделий [4; 5].

Представляется, что в настоящее время и в обозримом будущем задача контроля качества будет все более сводиться к предупреждению, а не к обнаружению уже имеющихся дефектов. Но, чтобы предупреждать, – необходимо знать причины образования дефек-

тов. На производствах с массовым, серийным выпуском однородной продукции проблема обеспечения качества решается достаточно успешно на основе статистических методов.

Создание и внедрение таких систем в отрасли сварочно-монтажного производства считается крайне затруднительным по целому ряду причин. Сложность проблемы заключается в том, что факторов, влияющих на качество сварочных работ и сварных соединений – большое множество:

- рациональность спроектированной конструкции;
- качество технической документации;
- качество основного металла;
- качество вспомогательных материалов (электродов, электродной проволоки, флюсов, защитных газов);
- квалификация сборщиков, сварщиков и инженерно-технического персонала;
- качество подготовки элементов конструкций для сборки и сварки;
- конструкция и состояние средств, применяемых при сборке деталей под сварку;
- качество сборки;
- конструкция и состояние сварочного оборудования;
- тщательность контроля технологии сборки и сварки в процессе их выполнения;
- совершенство применяемых методов контроля и дефектоскопов;
- квалификация исполнителей проверочных и контрольных мероприятий.

Представляется актуальной разработка аналитических средств, критериев, способов и методологий, позволяющих объективно оценивать эффективность затрат и мероприятий, направленных на обеспечение качества.

Предлагается решить ряд задач:

- изучить и проанализировать состояние контроля качества сварочных работ в отрасли (в строительстве).

- по результатам анализа разработать перспективные пути совершенствования существующих организационно-технических решений контроля качества сварочных работ, отработать совершенствуемые методы и средства контроля применительно к отрасли (строительство).

- разработать планы стандартизации и внедрения совершенствуемых организационно-технических решений.

Решение обозначенных задач позволит достичь основных целей, которые, по сути, могут являться ключевыми моментами в решении вопроса совершенствования контроля качества при проведении сварочных работ в строительстве, а именно:

- установить системные методы, способные к практической реализации, обеспечивающие усовершенствование существующих решений по обеспечению качества в области сварочных работ.

- определить пути оптимальной и рациональной практической реализации системных методов, с учетом действующих и применяемых в настоящее время решений по обеспечению качества в области сварочных работ.

В обеспечение достижения указанных целей предполагается изучить и проанализировать состояние сварочных работ и качества сварочных работ в строительстве (в отрасли), проанализировать вопросы развития сварочного производства в части организации работ, внедрения прогрессивных способов сварки, совершенствования технологии сборочно-сварочных работ применительно к конструкциям и условиям работ.

Особенности сварочных работ в строительстве (неоднородность сварочной продукции, способы и условия выполнения сварочных работ) не позволяют использовать методы статистического управления качеством сварки. Поэтому для внедрения системы управления качеством сварочных работ в строительстве и бездефектного формирования сварных соединений [6] необходимо отработать ряд мероприятий, включая, но не ограничиваясь нижеследующими:

- разработать методики и систематизировать показатели качества сварочных работ в однородные статистические базовые совокупности;

- обосновать и разработать унифицированные количественные показатели качества (дефектности) сварных соединений и область их применения;
- провести комплексный анализ и оценку факторов, имеющих влияние на качество сварных соединений в условиях сварочных работ в строительстве;
- с использованием теории вероятностей и математического моделирования исследовать и проанализировать причинно-следственные связи образования дефектности сварных соединений, установить факторы, доминирующие в формировании качества, и факторы, являющиеся предпосылками к дефектности;
- для конкретных базовых совокупностей разработать алгоритмы и методики расчета влияния доминирующих факторов на уровень качества сварки в зависимости от условного веса фактора;
- разработать математические модели и аппаратно-программные решения для оценки уровня качества сварных соединений;
- с использованием современных информационных технологий разработать систему анализа, контроля и учета качества сварочных работ и сварных соединений;
- разработать ресурсоориентированные методы достижения требуемого уровня качества сварочных работ;
- разработать конструкторско-технологические, информационно-аналитические и организационные решения для оптимизации технологических процессов сварочного производства, направленные на бездефектное формирование сварных соединений.

Для работы с качественными показателями качества сварных соединений предлагается, с использованием современных информационных технологий, в обеспечение снижения зависимости от человеческого фактора (который характеризуется опытом, квалификацией, способностями специалиста, производящего качественную оценку) разработать и внедрить систему с высокими показателями доступности, использующую технологии искусственного интеллекта и облачные технологии, позволяющую закрыть основные направления качественного анализа образцов (проб образцов)

на различных этапах сварочного производства. Для создания такой системы потребуется набрать статистически достоверное число выборок, необходимое для проведения обучающего этапа. Но по результатам создания система позволит исключить субъективность метода, основанного на учёте мнений групп экспертов-специалистов, повысить достоверность принятия решения.

Остановимся подробнее на принципиальных этапах создания такой системы на примере ее реализации для задач оценки макроструктуры сварных соединений.

Этап 1. Формирование базы данных цифровых (оцифрованных) изображений микрошлифов (темплетов), имеющих характерные признаки, возможные к соотнесению их с известными дефектами, которые могут быть классифицированы по основным группам (например, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012): трещины; полости; твердые включения; несплавление и непровар; отклонение формы и размера; прочие дефекты.

Этап 2. Разработка аппаратно-программных средств (интеллектуальной системы анализа изображений) способных к анализу сформированной базы и самообучению на основе выполняемого анализа (анализ изображения – анализ имеющегося описания характерного признака и соотнесение его с дефектом). Хронологически этап 2 должен идти одновременно с мероприятиями этапа 1 – в обеспечение оптимизации разрабатываемой интеллектуальной системы анализа изображений под конкретные задачи.

Этап 3. Загрузка сформированной базы данных в интеллектуальную систему анализа изображений, обучение системы. Результат – возможность определения дефекта на основе аппаратно-программного анализа изображения микрошлифа (темплета) с возможностью классификации в соответствии с заданными требованиями (например, в соответствие с ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 «Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением»).

Этап 4. Организация доступа пользователей к возможностям интеллектуальной системы анализа изображений по принципу облач-

ных технологий – пользователь получает онлайн-сервис в режиме реального времени – для возможностей решения собственных задач анализа имеющихся изображений с целью определения дефектов.

Учитывая высокий уровень развития современных информационных технологий, подобные системы могут быть применены достаточно широко (естественно, учитывая стоимостные характеристики создания таких систем).

Очевидными путями совершенствования контроля качества сварочных работ является контроль процесса своевременного создания нормативно-технологической документации. Ни один объект не должен сооружаться без предварительно разработанной технологии сборочно-сварочных и контрольных работ, без ознакомления с ней инженерно-технических работников и рабочих.

Качественное выполнение операций можно обеспечить только при конкретной регламентации производственных процессов, установлении стандарта на каждую операцию и обучения персонала [5] их выполнению со строгим соблюдением установленных технологий с учетом тщательного выбора и применения, современных методов планирования, организационной схемы производства сварочно-монтажных работ [7].

Подводя итог можно сказать, что предлагаемое к разработке решение (основанное на тщательном анализе и применении традиционных решений, обеспечивающих контроль качества сварных соединений), позволит, благодаря применению современных информационных технологий, вывести контроль качества при проведении сварочных работ на иной уровень, обеспечивающий снижение субъективной составляющей контроля и в целом совершенствующий существующие решения по контролю качества при проведении сварочных работ в строительстве.

Литература

1. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору: официальный сайт. URL: <http://www.gosnadzor.ru/industrial/oil/lessons/> (дата обращения: 04.2020).

2. Ханапетов М., Блинов А., Фоминых В. Организация и технология сварочно-монтажного производства. М.: Стройиздат, 1972. 320 с.
3. Ханапетов М. В. Сварка и резка металлов. М.: Стройиздат, 1987. 288 с.
4. РД 153-34.1-003-01. Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования. РТМ-1с. СПб.: Издательство ДЕАН, 2002. 464 с.
5. РД 34.15.132-96. Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкция зданий при сооружении промышленных объектов. М: НПО ОБТ, 2001. 118 с.
6. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: сайт. URL: <https://www.files.stroyinf.ru> (дата обращения: 04.2020).
7. Временные требования к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащенности подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ОАО «ГАЗПРОМ». М.: ОАО «ГАЗПРОМ», 2013. 89 с.

УДК 69.5

Яна Игоревна Кукушкина, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: yanikku2017@yandex.ru

Yana Igorevna Kukushkina, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: yanikku2017@yandex.ru

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
РЕШЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ВОДЕ**

**MODERN TECHNOLOGICAL SOLUTIONS
FOR THE CONSTRUCTION OF ARCHITECTURAL
OBJECTS ON THE WATER**

Строительство на воде активно развивается в зарубежных странах, особенно которые расположены в прибрежных районах. В первую очередь, это Амстердам, Венеция, Китай. На воде возможно размещение объекта практически любого назначения. Но более развито строительство малоэтажных жилых домов. Строительство в водной части обусловлено нехваткой мест в береговой зоне, опасностью стихийных бедствий. Кроме того, проектирование

зданий на воде – простор архитектурных, дизайнерских и технологических решений. Использование передовых технологий изготовления конструкций позволяет создать жесткое и устойчивое положение здания на воде и противостоять климатическим факторам.

Ключевые слова: телескопические сваи, понтонные основания, пилонные фундаменты, архитектурные объекты на воде, дизайнерские решения строительства на воде.

Construction on water is actively developing in foreign countries, especially those located in coastal areas. First of all, this is Amsterdam, Venice, China. On the water, you can place an object of almost any purpose. But the construction of low-rise residential buildings is more developed. Construction in the water part is due to the lack of places in the coastal zone, the risk of natural disasters. In addition, the design of buildings on the water—the scope of architectural, design and technological solutions. The use of advanced technologies for manufacturing structures allows you to create a rigid and stable position of the building on the water and resist climate factors.

Keywords: telescopic piles, pontoon bases, pylon foundations, architectural objects on the water, design solutions for construction on water.

С давних времен началось освоение такого рода деятельности, как строительство. Люди строили в различных условиях, сталкивались с той или иной стихией, приходилось придумывать решения различных проблемам. Наряду с увеличением численности населения в мегаполисах, поднимался вопрос о возникновении новых мест для жительства. Особенно остро эта проблема стала ощущаться в небольших морских государствах, таких как Венеция, Амстердам.

К концу XX в. архитекторы, градостроители и инженеры занялись активно изучать вопрос возведения зданий на воде. И уже к началу XXI в. в Венеции на выставке «Метаморфоза городов на воде» прозвучала тема строительства архитектурных объектов вдоль береговой линии в Барселоне. Если рассматривать тему строительства на воде намного глубже, то еще в XVII в. в Западной Африке в г. Ганвье на озере Нокоуэ началось освоение этих территорий. Людям необходимо было приспосабливаться к климатическим условиям. Поэтому они начали сооружать дома на деревян-

ных сваях. Сейчас там проживает около 20 тысяч людей. Техника строительства не изменилась.

Сейчас обстановка по всему миру обстоит так, что многие страны расширяют сушу путем сбрасывания почвы с материка. Так как растут города и численность населения, необходимо предпринимать меры по разработке новых технологий строительства. Например, голландские инженеры разработали новую модель строительства на воде. В рамках проекта *Marin* [1] рассматривается строительство города на воде, а также расширение береговой линии. За основу взята платформа *Marin*, которая разбита на несколько треугольных секторов. Благодаря таким конструкциям возможно создавать основания площадью до 5 тыс. м². До начала внедрения в жизнь, конструкция проходит испытания в искусственном резервуаре на порывы ветра и волны (рис. 1).

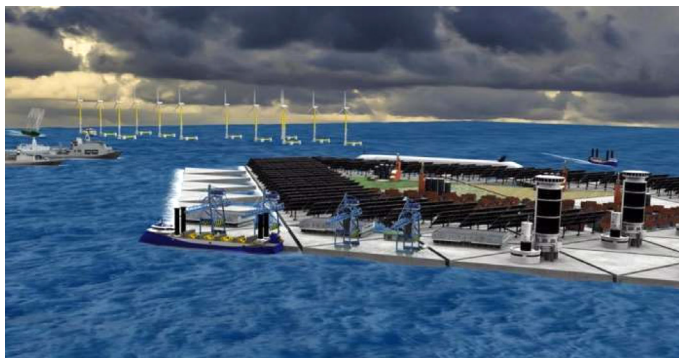


Рис. 1. Платформа для строительства на воде

Результаты испытания платформы строительства можно получить благодаря датчикам, которые закреплены на самой платформе. Они позволяют оценить нагрузку плиты при взаимодействии с волнами. В дальнейшем при строительстве возможно крепление платформы ко дну водоема или пришвартовка к берегу. Использование плавучего основания имеет ряд достоинств. Во-первых, это эко-

номия времени и практичность. Во-вторых, низкая себестоимость материалов основания. В-третьих, надежность, так как конструкция до внедрения в жизнь проходит ряд испытаний на устойчивость перед климатическими факторами.

Само по себе понятие «плавучее основание» появилось сравнительно недавно. В моем понимании, это поверхность, которая обеспечивает безопасность эксплуатации сооружения на протяжении всего жизненного цикла. Существуют различные технологические способы возведения малоэтажных объектов на воде [2–6]:

- комбинация свайных и понтонных оснований;
- использование телескопических свай;
- использование остова судна в качестве домостроения;
- пилонные фундаменты.

Устройство пилонных фундаментов схоже с устройством свай. Часто используют комбинацию свайных и пилонных фундаментов. Применение пилонных опор было активно использовано при строительстве моста Нормандия во Франции. Они включают в себя бетонные фундаменты диаметром 90 м и высотой 65 м, через которые все нагрузки, действующие на мост, передаются на грунт в основании.

Применение телескопических свай возможно при плавучем понтонном основании. Принцип работы таких свай заключается в выдвигании секционных частей при подъеме воды. Таким образом, дом поднимается одновременно с понтонным основанием. Чаще всего телескопические сваи изготавливаются из легкого прочного тефлонового материала, сам корпус врезается в грунт. Благодаря работе телескопических свай и понтонного основания при поднятии уровня воды дом будет всплывать как «поплавок».

Комбинация свайного и понтонного основания дает жесткое закрепление дома на воде. Вертикальные направляющие сваи-опоры позволяют сохранить каркас дома в одном положении при поднятии уровня воды. Понтонная подушка представляет собой пористый гидробетон с наполнением внутреннего пространства пенополистиролом в качестве легкого утеплителя. Для защиты от

коррозии понтонного основания предусматривают обработку лакокрасочными материалами.

Использование остова судна также имеет свои особенности. Возможна либо реконструкция остова корабля под жилье, либо строительство нового дома на нем. Реконструкция проводится лишь тогда, когда остов утратил способность плавучести. В данном случае под основание остова устраивается бетонная подушка по всей длине. Если же невозможно использование остова под жилые цели, то судно необходимо поставить на постоянный якорь.

При строительстве малоэтажных зданий на воде нужно обращать внимание на архитектурную среду. Жилая и водная среда должны находиться в единой композиционной структуре и не иметь четких границ между собой. Поэтому используют всевозможные дизайнерские решения. Так, принцип «переходных» пространств позволяет создать переходные зоны и плавное перетекание из природной среды в жилую зону. Ярким примером является дом на воде в Маастрихте в Нидерландах. Он имеет лоджию цветовой гаммы окружающей среды. Еще одним примером сочетания архитектурного объекта на воде с природной средой является производственное здание в Хуайань в Китае [7]. Над зданием трудился знаменитый архитектор и лауреат Притцкеровской премии 1992 г. Альваро Сиза. Здание расположено в центре искусственного озера. Вода в нем используется для производства. Здание имеет два уровня: над и под водой. На крыше здания расположен сад. Концепция заключалась в том, чтобы построить здание, которое смогло бы ассоциироваться с производством стекла, поэтому решили использовать водный ландшафт (рис. 2).

Таким образом, строительство объектов на воде решило бы ряд проблем. В первую очередь, это освоение новых территорий и создание благоприятных условий для проживания. Для перспективного развития данного направления в строительстве нужно учитывать отечественный опыт, разработки в научной среде, учитывать сочетание климатической среды с архитектурными объектами, регулярно проводить испытания на прочность и устой-

чивость конструкций под воздействием природных факторов (наводнения, паводки).



Рис. 2. Производственное здание в Хуайань в Китае

Литература

1. Плавучий остров Marin. URL: https://pikabu.ru/story/marin__proekt_pozvolyayushchiy_postroit_tselyiy_gorod_na_vode_5775382 (дата обращения: 05.03.2020).
2. Экономов И. С. Архитектура на воде // Тезисы докладов научной конференции МАРХИ. 2008. С. 258–259.
3. Шуйская О. Р. Дизайн городских наводных жилых объектов // Город – территория дизайна. Проектная культура и проблемы мифологии и типологии среды: сборник статей. М., 2013. С. 74–77.
4. Мост Нормандия во Франции. URL: <https://poznayka.org/s56343t1.html> (дата обращения: 12.03.2020).
5. Козлов А. А., Михайлова А. О. Социально-экологический потенциал объектов проектирования на воде: Меридиан: научно-электронный журнал. 2019. № 15(33). URL: <http://meridian-journal.ru/site/article?id=2202> (дата обращения: 12.03.2020).
6. Шумская О. Р. Принципы формообразования жилья на воде: автореф. дисс. ... канд. искусствоведения: 17.00.06. М., 2014. 22 с.

7. Производственное здание на воде в Китае. URL: <https://www.archdaily.com/541173/the-building-on-the-water-alvaro-siza-carlos-castanheira/> (дата обращения: 18.03.2020).

УДК 624.05

Алексей Олегович Петренко,
студент магистратуры
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: pao.spb@icloud.com

Aleksei Olegovich Petrenko,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: pao.spb@icloud.com

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗВЕДЕНИЯ ТОНКИХ
МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
СЛОЖНОЙ ФОРМЫ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF MODERN
TECHNOLOGIES CONSTRUCTION OF COMPLEX
LIGHTWEIGHT CONCRETE STRUCTURES**

В связи со стремительным развитием современной архитектуры при проектировании зданий и сооружений все чаще используются тонкие монолитные конструкции сложной формы. В настоящее время, в зависимости от сложности конструкции, самой распространенной технологией является использование мелкощитовой или готовой индивидуальной опалубки, однако сложность изготовления и высокая стоимость индивидуальных решений под конкретную форму стимулирует постоянное развитие современных технологий. Выбор оптимальной технологии возведения определяет сроки производства работ, стоимость и качество их реализации. Благодаря использованию компьютерного моделирования расчета нагрузок появляются новые опалубочные технологии, которые открывают большие возможности для создания индивидуального дизайна конструкций.

Ключевые слова: бетонирование, конструктивные решения, опалубка, бетонная смесь, технология строительства, дизайн.

Due to the fast-moving development of modern architecture, complex lightweight concrete structures are increasingly being used in a building design. Currently,

depending on structural complexity the most common technology is the usage of small-panel or ready-made individual form. However, the manufacturing complexity and the high cost of custom solutions for a specific form stimulate the constant development of modern technologies. The choice of optimal construction technology determines the time limits of constructional work, the cost and quality of their implementation. Due to the use of computer simulation of load calculations, new form technologies appear which open up great opportunities for creating constructions of individual design.

Keywords: concreting, constructive decisions, form, concrete blend, construction technology, design.

При создании тонких монолитных конструкций сложной формы широкое распространение получила технология применения съемной щитовой опалубки, изготавливаемой индивидуально под конкретную конструкцию. Сложность и высокая стоимость изготовления данной опалубки стимулирует поиск новых и совершенствование уже существующих технологий.

Одной из основных характеристик опалубочных систем является оборачиваемость. В соответствии с ГОСТ Р 52086-2003 «Опалубка. Термины и определения» это свойство определяет количество эксплуатационных циклов заливания бетона, при которых опалубка сохраняет свои технические характеристики. Помимо оборачиваемости при создании сложных форм опалубка должна быть достаточно универсальной и должна иметь возможность повторного применения.

В качестве технологий, способных решить данные проблемы, стоит рассмотреть разработки Швейцарской высшей технической школы Цюриха [1]. Возможность повторного применения опалубки предлагается реализовать с помощью использования системы стальных тросов, образующих сеть для повторения формы будущей монолитной конструкции. Проектирование сетки будущей формы конструкции выполняется методом компьютерного моделирования. Благодаря подвижности соединительных узлов стальных тросов (рис. 1) конструкция сети обладает достаточной гибкостью для поддержки любых форм.

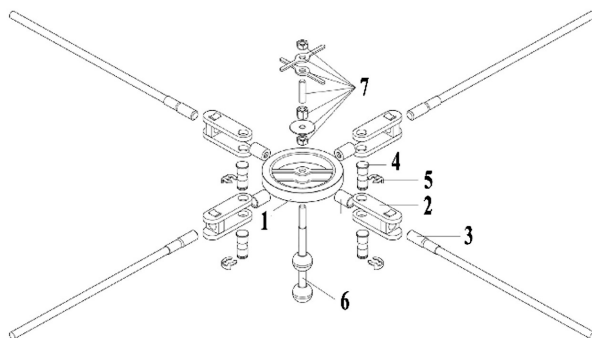


Рис. 1. Схема соединительного узла сети стальных тросов:
1 – кольцо, 2 – кронштейны, 3 – стяжки, 4 – штифты, 5 – клипсы,
6 – резьбовой стержень с маркером положения, 7 – анкерные части
для закрепления текстиля и армирования

После приведения стальной сети в проектное положение сверху закрепляется текстиль и армирование, после чего с помощью распыления наносится бетон. После затвердевания бетона текстиль удаляется, а поддерживающая сеть демонтируется для повторного использования [2].

Кроме экономии значительного объема материала при строительстве конструкций сложной формы, одним из основных преимуществ данной технологии, ввиду отсутствия дополнительных поддерживающих опор, является освобождение места непосредственно под возводимой конструкцией (рис. 2). Продолжительность возведения зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона зависит от темпов оборачиваемости опалубки, т. е. от момента ее монтажа и демонтажа, а также использования различных добавок или различных методов прогрева бетона для ускорения процессов твердения [3]. Среди минусов данной технологии стоит отметить высокую сложность монтажа стальной сети в проектное положение, как следствие увеличение сроков строительства и необходимость выполнения работ специалистами высокой квалификации.

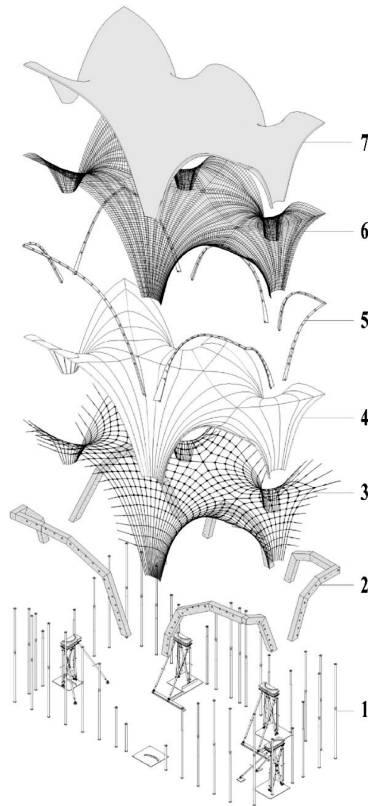


Рис. 2. Схема устройства опалубки:
1 – система поддерживающих конструкций, 2 – балки,
3 – сеть стальных тросов, 4 – текстиль, 5 – бортовые зажимы,
6 – армирование, 7 – бетонная смесь

В основе другой технологии, которую можно рассматривать как пример несъемной и съемной многослойной опалубки для возведения сложных форм, лежит текстиль крупной вязки. Вместо сети стальных тросов для поддержания формы конструкции располагаются стальные направляющие, между которыми натягива-

ется текстиль с соединительной лентой. Сверху данной опалубки наносится цементный раствор и бетонная смесь [4]. Использование данной технологии в гораздо большей степени ограничено сложностью формы. Конструкция способна выдержать меньшие нагрузки. Однако на сегодняшний день применение технологической последовательности бетонирования с применением различных видов несъемной опалубки является одним из наиболее перспективных направлений снижения трудоемкости возведения монолитных конструкций [5]. В сочетании с широкими формообразующими возможностями текстильной опалубки применение данной технологии представляется перспективным направлением для дальнейших разработок.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что современные технологии возведения легких монолитных конструкций сложной формы постоянно совершенствуются. Применение сборной щитовой опалубки, несмотря на большой объем поддерживающих конструкций и длительное время производства индивидуальных систем, а также низкую вероятность их повторного применения, до сих пор остается самой доступной технологией, однако с развитием компьютерных технологий применение современных методов является все более оправданным.

Литература

1. Popescu M., Rippmann M., Liew A., Reiter L., Flatt R. J., Van Mele T., Block P. Structural design, digital fabrication and construction of the cable-net and knitted formwork of the KnitCandela concrete shell // Structures. Available online. URL: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.02.013> (accessed on: 14.03.2020).
2. Méndez Echenagucia T., Pigram D., Liew A., Van Mele T., Block P. A Cable-Net and Fabric Formwork System for the Construction of Concrete Shells: Design, Fabrication and Construction of a Full Scale Prototype // Structures. 2019. Vol. 18. P. 72–82. URL: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2018.10.004> (accessed on: 14.03.2020).
3. Юдина А. Ф. Достоинства монолитного строительства и некоторые проблемы его совершенствования // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 1(30). С. 154–156.

4. Popescu M., Reiter L., Liew A., Van Mele T., Flatt R. J., Block P. Building in Concrete with an Ultra-lightweight Knitted Stay-in-place Formwork: Prototype of a Concrete Shell Bridge // Structures. 2018. 14. P. 322–332. URL: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2018.03.001> (accessed on: 14.03.2020).

5. Ворона-Сливинская Л. Г., Макаридзе Г. Д. Анализ конструктивных и технологических особенностей применения несъемной опалубки для устройства монолитных перекрытий объектов малоэтажного строительства // Перспективы науки. Строительство и архитектура. 2019. № 10(121). С. 141–144.

УДК 661.728

Виктория Игоревна Хирхасова,
аспирант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: vikatren@gmail.com

Victoria Igorevna Khirhasova,
postgraduate student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vikatren@gmail.com

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРО- И НАНОЦЕЛЛЮЛОЗЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

PRODUCING METHODS FOR MICRO- AND NANOCELLULOSE AND AREAS OF ITS APPLICATION

На сегодняшний день приоритетным направлением в исследованиях, связанных с современным материаловедением, является поиск функциональных композитов, позволяющих получить улучшенные характеристики и снизить негативное влияние на окружающую среду. Анализ исследований, проводимых за рубежом, демонстрирует особый интерес ученых к нанотехнологиям и экологичным материалам. Замена синтетических волокон на натуральные привлекла внимание и благодаря научным работам последних лет, посвященным получению микро- и нановолокон из целлюлозы. Эксперименты с использованием целлюлозы в виде наномодификатора выявили ряд положительных результатов. Применение такой нанодобавки позволяет значительно улучшить эксплуатационные свойства строительных композитов.

Ключевые слова: наномодификатор, нано-/микроцеллюлоза, композит, фибрилляция, дефибрилляция, добавка, гидролиз.

Today, the research priorities related to modern materials science tend to the search for information that allows to obtain improved performance and reduces environmental impact. An analysis of foreign research activities demonstrates the interest of scientists in nanotechnology and environmentally friendly materials. The replacement of synthetic fibers with natural ones has attracted the attention of scientists and, by virtue of recent studies, it has become possible to obtain micro and nano fibers from cellulose. Experiments using cellulose in the form of a nanomodifier have revealed a number of positive properties. The application of nano-additives will improve the materials used in construction.

Keywords: nanomodifier, nano/microcellulose, fibrillation, defibrillation, additive, hydrolysis.

Целлюлоза является классическим примером, когда частицы, позволяющие получать упрочняющие добавки, существуют в виде усикообразных микрофибрилл, которые биосинтезируются и осаждаются непрерывным образом. Это самый распространенный в мире природный возобновляемый биоразлагаемый полимер [1]. Разработка недорогих, устойчивых и возобновляемых ресурсов имеет решающее значение для удовлетворения растущих экологических проблем и потребностей в энергии. Большая часть лигноцеллюлозной биомассы содержит в основном целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин [2]. Однако из-за его неоднородности и кристалличности прямое использование биомассы микробами происходит крайне медленно. Эффективное разделение компонентов конститутивной биомассы представляет собой одно из основных препятствий на пути эффективного использования возобновляемых ресурсов [3].

Получить волокна растительного происхождения можно из древесины, различных однолетних растений (льняное волокно, джутовое, свекольное, конопляное и бамбуковое волокно и др.) [4], а также из переработанной макулатуры.

Существует несколько разновидностей готовых продуктов на основе целлюлозы. Они зависят от исходного материала и способов их получения. Различаются такие добавки по размерам частиц и структуре (рис. 1). Уникальная иерархическая архитектуру

ра природной целлюлозы, состоящей из наноразмерных фибрилл и кристаллитов, позволяет извлекать наноконпоненты механическими и химическими, ферментативным методами или с помощью их комбинации (рис. 2).

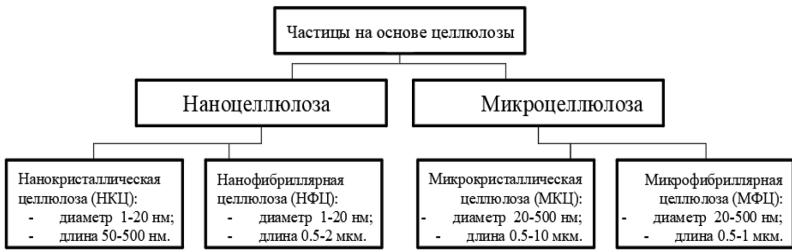


Рис. 1. Схема классификации целлюлозных частиц

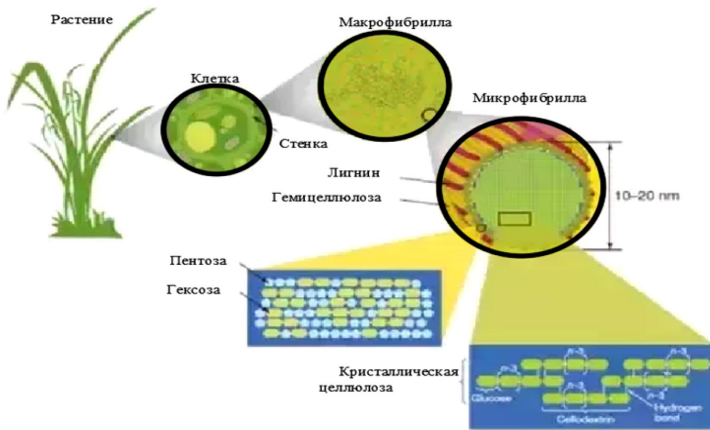


Рис. 2. Иерархическая структура целлюлозы

В результате извлечения микро-/наноцеллюлозы растительного происхождения можно получить волокна более тонкие, чем волокна, полученные из бактериальной целлюлозы. Смысл извлечения волокон целлюлозы заключается в удалении матричных веществ,

таких как: лигнин и гемицеллюлоза. При сильном механическом разрушении, исходная структура целлюлозного волокна разрушается, и волокна превращаются в нанофибриллы (*CNF*) или их пучки микрофибрилл (*CMF*) с диаметрами в диапазоне 1–100 нм в зависимости от мощности распада. Получение микро-/наноцеллюлозы осуществляется в 3 этапа.

Первым этапом производится предварительная обработка сырья. Необходимость проведения подготовки исходного сырья исходит из агрегации фибрилл и большого количества энергии расходуемой на процесс фибрилляции волокон до микро/наноразмерных частиц (позволяет снизить потребление энергии в 20–30 раз [2]). Без предварительной подготовки можно обойтись и ограничиться только измельчением и просеиванием сырья, но потребуется большее количество проходов через устройство фибрилляции. Метод предварительной обработки зависит от исходного сырья и от желаемой морфологии целлюлозы подвергаемой дальнейшей обработке. С химической точки зрения предварительная обработка способствует изменению кристаллической решетки, разрыву водородных связей и повешению реакционной способности целлюлозы. Также помимо снижения потребления энергии, предварительная обработка производит частичное удаление не целлюлозных компонентов (гемицеллюлозы и лигнина) и выделяет отдельные волокна [5]. Еще одно полезное применение предварительной обработки – это исключение примесей и бактерий из исходного сырья [6].

Следующим этапом в получении целлюлозных частиц является фибрилляция волокон. Техники фибрилляции подразделяются на 3 группы. Химические техники фибрилляции, за исключением электроформования, применяются совместно с механическими и позволяют сократить количество циклов прохождения через установки, а следовательно, сократить количество потребляемой энергии. Механические техники фибрилляции очень разнообразны, но отличаются технологичностью, энергопотреблением и эффективностью. Ферментативная обработка является экологически чистой альтернативой химической предварительной обработке, которую

можно использовать для производства *CNF* со значительно сниженным потреблением энергии. Специальные ферменты, то есть лигниназы, ксиланазы и другие, способны разлагать лигнин и гемицеллюлозы, сохраняя при этом целлюлозу. С другой стороны, целлюлолитические ферменты, то есть целлюлозы, помогают гидролизовать целлюлозные волокна [7]. Выяснилось, что размеры и свойства, получившихся волокон, зависят от исходного сырья и качества и количества проведенных циклов фибрилляции. Также, отмечено что комбинация различных техник фибрилляции положительно отражается на размерах волокон.

Заключительным этапом получения наноцеллюлозы является постобработка волокон в 2 шага. Первый шаг – это контролируемая химическая обработка, обычно кислотная. Гидролиз, который используется для расщепления аморфных доменов (не обладающие прочностью соединения кристаллов), удаления локальных межволоконных кристаллических контактов и высвобождения кристаллических частиц после третьего шага – последующей механической или ультразвуковой обработки. Наглядное представление о процессе дефибрилляции волокон целлюлозы можно получить из рис. 3



Рис. 3. Дефибрилляция волокон целлюлозы в кристаллы

Применение nanoцеллюлозы придает материалам определенные свойства, которые можно использовать в современном материаловедении. Первым и самым очевидным применением наномодификаторов на основе nanoцеллюлозы являются цементные композиты. По результатам анализа зарубежных источников, применение целлюлозы в виде добавки придает следующие свойства композиту, указанные в таблице.

Характеристи цементных композитов при использовании наномодификатора

№ н/н	Наименование характеристики	Значение	Примечание
1	Прочность на сжатие	увеличение на 14–25 %	Механические свойства цементных композитов были выше по сравнению с контрольными образцами во всех экспериментах. Более того, увеличение прочности на изгиб было выше, чем на сжатие [8–12].
2	Прочность на изгиб	увеличение на 15–28 %	
3	Прочность на растяжение	нет изменения	–
4	Степень гидратации за 28 дн.	повышение до 15 %	По мнению ученых [8] эта особенность обусловлена гидрофильностью и гигроскопичностью волокон целлюлозы.
5	Сроки схватывания	–	Увеличение времени схватывания прямо пропорционально увеличению концентрации nanoцеллюлозы [10].
6	Уменьшение усадки	уменьшение 55 % [11]	–
Проявление свойств фиксировалось только при малых дозах целлюлозы. Эффективным значением были 0,05–0,3 % по массе. Все значения фиксировали между наномодифицированным и контрольным образцом.			

Улучшение механических свойств по мнению ученых [9] связано с микромеханическими свойствами. А именно, при малых дозах наноцеллюлозы повышаются модуль вдавливания, твердость вдавливания и модуль контактной ползучести гелиевой матрицы C-S-H на 15–20 %. В свою очередь, улучшение микромеханических свойств объясняется высокой степенью гидратации и, усиливающего эффекта матрицы C-S-H.

Также, такой эффект с увеличением степени гидратации [10]. Отмечается, что повышение гидратации связано обеспечением целлюлозой канала для транспортировки воды через кольцо продуктов гидратации (высокой C-S-H плотности) к частицам гидратированного цемента.

Повышенную трещиностойкость фибробетонов связывают с улучшением прочности и ударной вязкости. Отмечается, что присутствие волокон может задерживать, а в некоторых случаях даже останавливать, распространение трещин.

Причиной увеличения сроков считают высокую способность волокон целлюлозы удерживать влагу, что способствует большому увлажнению частиц не гидратированного цемента и уменьшает пористость [10].

Повышенное водопоглощение объясняется высокой абсорбирующей способностью волокон целлюлозы.

Благодаря свойствам, описанным выше, нано-/микроцеллюлоза в виде добавки (порошок, суспензия, раствор) имеет перспективу широкого применения в строительстве:

- большепролетные конструкции;
- реконструкция и реставрация (инъектирование и усиление кирпичной кладки);
- теплоизоляционный материал аэрогель;
- отделочные и облицовочные материалы (фиброцементные сайдинг и черепица, обои, гипсокартон, напольные фиброцементные стяжки);
- геотехника (буровой раствор – сложная многокомпонентная дисперсная система суспензионных, эмульсионных и аэриро-

ванных жидкостей, применяемых для промывки скважин в процессе бурения) [12].

Композиты с добавлением микро- и наноцеллюлозы преимущественно улучшают свои характеристики по сравнению с аналогами, но и имеют свои неопределенности, такие как повышенное водопоглощение и ограничение эффективной концентрации наночастиц, разброс показателей в зависимости от размеров и морфологии частиц.

Литература

1. Shundai Li, Bashline L., Lei Lei, Ying Gu. Cellulose Synthesis and Its Regulation // *Arabidopsis Book*. 2014. Vol. 12. URL: <https://bioone.org/journals/the-arabidopsis-book/volume-2014/issue-12/tab.0169/Cellulose-Synthesis-and-Its-Regulation/10.1199/tab.0169.full> (accessed on: 20.03.2020).
2. Siró, I., Plackett, D. Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: a review // *Cellulose*. 2010. No. 17(3). P. 459–494.
3. Joo-Hyung Kim, Bong Sup Shim, Jaehwan Kim. Review of Nanocellulose for Sustainable Future Materials // *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*. 2015. No. 2. P. 197–213
4. Blanco A., Monte M. C., Campano C., Balea A., Merayo N., Negro C. *Handbook of Nanomaterials for Industrial Applications. Nanocellulose for Industrial Use: Cellulose Nanofibers (CNF), Cellulose Nanocrystals (CNC), and Bacterial Cellulose (BC)*. Elsevier, 2018.
5. Hubbe M. A., Rojas O. J., Lucia L. A., Sain M. Cellulosic nanocomposites: a review // *Bioresources*. 2008. No. 3(3). P. 929–980.
6. Ashjaraan A., Yazdanshenas M. E., Rashidi A., Khajavi R., Rezaee A. Overview of bio nanofabric from bacterial cellulose // *J. Text. Inst.* 2013. No. 104(2). P. 121–131.
7. Li J., Wei X., Wang Q., Chen J., Chang G., Kong L., Su J., Liu Y. Homogeneous isolation of nanocellulose from sugarcane bagasse by high pressure homogenization // *Carbohydr. Polym.* 2012. No. 90. P. 1609–1613.
8. Hisseine O. A., Wilson W., Sorelli L., Tolnai B., Tagnit-Hamou A. Nanocellulose for improved concrete performance: A macro-to-micro investigation for disclosing the effects of cellulose filaments on strength of cement systems // *Construction and Building Materials*. 2019. No. 206. P. 84–96.
9. Cao Y., Zavaterri P., Youngblood J., Moon R., Weiss J. The influence of cellulose nanocrystal additions on the performance of cement paste // *Cement and Concrete Composites*. 2015. No. 56. P. 73–83.

10. Jiao L., Su M., Chen L., Wang Y., Zhu H., Dai H. Natural Cellulose Nanofibers as Sustainable Enhancers in Construction Cement // PLOS ONE. 2016. No. 11(12). URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0168422> (accessed on: 20.03.2020).

11. Lee H.-J., Kim S.-K., Lee H.-S., Kim W. A Study on the Drying Shrinkage and Mechanical Properties of Fiber Reinforced Cement Composites Using Cellulose Nanocrystals // International Journal of Concrete Structures and Materials. 2019. 13. 39. URL: <https://doi.org/10.1186/s40069-019-0351-2> (accessed on: 20.03.2020).

12. Hospodarova, V., Stevulova, N., Sicakova, A. Possibilities of Using Cellulose Fibres in Building Materials // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2015. V. 96. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/96/1/012025/meta> (accessed on: 20.03.2020).

УДК 666.972:532.135

Георгий Михайлович Хренов,

аспирант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: g.khrenov@mail.ru

Georgiy Mikhailovich Khrenov,

postgraduate student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: g.khrenov@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ РАСТЯЖИМОСТИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК

INCREASING THE ULTIMATE DISTENSIBILITY OF CONCRETE MIXTURES BY PLASTICIZING ADDITIVES

Статья посвящена рассмотрению возможностей улучшения пластичности бетонных смесей без изменения удобоукладываемости и ухудшения прочностных показателей бетона при помощи пластифицирующих добавок. Установлено, что при повышении расхода пластификатора от 0,2 % от массы цемента и соразмерном снижении водоцементного отношения для сохранения заданной подвижности предельная растяжимость бетонной смеси, как правило, снижается по линейному закону. При сохранении В/Ц постоянным и снижении расхода цемента до получения заданной подвижности, предельная растяжимость смеси, напротив, возрастает по линейному закону с приростом до 20 %. Применение

такой корректировки состава позволяет не только улучшить пластичность, но и сохранить удобоукладываемость и прочность бетона.

Ключевые слова: безопалубочное формование, реология, пластичность, предельная растяжимость, пластификатор.

The article is devoted to the consideration of the possibilities of improving the ductility of concrete mixtures without changing workability and deteriorating the strength characteristics of concrete with the help of plasticizing additives. It was found that with an increase in the consumption of plasticizer from 0.2% by weight of cement and a commensurate decrease in the water-cement ratio in order to maintain a given mobility, the ultimate elongation of the concrete mix usually decreases according to a linear law. If the W/C is kept constant and the cement consumption is reduced until the desired mobility is obtained, the tensile strength of the mixture, on the contrary, increases linearly with an increase of up to 20%. The use of this composition adjustment allows not only to improve ductility, but also to maintain workability and strength of concrete.

Keywords: formless molding, rheology, plasticity, ultimate distensibility, plasticizer.

Существующие способы непрерывного безопалубочного формования бетонных и железобетонных изделий и конструкций отличаются высокой технико-экономической эффективностью, производительностью, качеством продукции [1; 2]. Данные преимущества достигаются за счёт низкой металлоёмкости, высокой степени автоматизации и роботизации технологических процессов, упрощённого процесса переналадки оборудования, широкой номенклатуры изделий, выпускаемых на одной технологической линии и т. д. [3; 4]. Не смотря на очевидные достоинства безопалубочных способов формования, производственные процессы сопряжены с рядом проблем, таких как повышенный расход цемента, недостаточное качество поверхности, высокая экзотермия при твердении и пр. [5; 6].

Известно, что пластичность бетонной смеси, которая характеризуется её предельной растяжимостью, отвечает за процесс образования и раскрытия трещин в свежеотформованном изделии в результате внешних механических воздействий в процессе формования [7]. Недостаточное значение предельной растяжимости бетонной смеси в конкретных производственных условиях приво-

дит к образованию дефектов, что повышает процент бракованной продукции и влечёт не только экономические издержки, но и организационно-технологические проблемы. Таким образом одним из актуальных вопросов на сегодня является регулирование пластических свойств бетонной смеси за счёт изменения её рецептуры [7].

Несмотря на то, что активные исследования в данной области ведутся недавно, сегодня уже существует необходимая инструментальная база, а именно способ определения предельной растяжимости бетонной смеси и устройство для его осуществления [8; 9]. Более того, уже известно влияние некоторых факторов на пластичность смеси: расход цемента, В/Ц, влияние пластификаторов и пр. [10; 11; 12]. Однако сегодня особо актуальным является вопрос повышения предельной растяжимости бетонной смеси без изменения удобоукладываемости бетонной смеси и ухудшения прочностных показателей бетона.

Решить поставленный вопрос возможно за счёт использования пластифицирующих добавок, которые оказывают существенное влияние реологические свойства бетонных смесей, в том числе повышают пластичность бетонной смеси на 20...55 % в зависимости от изначального её значения и от специфики работы конкретной добавки с конкретным цементом. Помимо этого, введение пластификатора неизбежно приводит к существенному снижению статической вязкости, что недопустимо при непрерывном безопасном формовании, так как приводит к оседанию свежетоформованного изделия. В связи с этим, потерю вязкости необходимо компенсировать, что на практике достигается следующими возможными путями: снижение В/Ц; снижение расхода цемента; снижение и В/Ц и расхода цемента. Данные пути компенсации потери вязкости уже в свою очередь способны снижать пластичность, но суммарный эффект изменения предельной растяжимости может быть как нулевым, так и положительным или отрицательным, что требует экспериментальной проверки.

Для этого были разработаны две группы составов равноподвижных мелкозернистых бетонных смесей с использованием раз-

личных пластификаторов. Подвижность определялась по погружению конуса СтройЦНИЛа (ПК, мм) и составляла 50...55 мм. Первая группа составов обладает одинаковым расходом цемента, при повышении расхода пластифицирующей добавки производилось снижение В/Ц для получения заданного значения ПК. Вторая группа составов отличается постоянным значением В/Ц, для получения равноподвижных смесей осуществлялось снижение расхода цемента. Для каждого состава определялась предельная растяжимость. Полученные данные представлены в таблице и на рис. 1 и 2.

Анализируя результаты, полученные при испытании первой группы составов, можно заключить:

1) необходимость компенсировать изменение подвижности появляется только при увеличении расхода пластификатора свыше 0,2 %, однако предельная растяжимость так же остаётся неизменной при малых расходах добавок;

2) с увеличением расхода пластификатора и соразмерном снижении В/Ц наблюдается устойчивое снижение предельной растяжимости бетонной смеси по линейному закону;

3) степень снижения предельной растяжимости бетонной смеси отличается в зависимости от используемого пластификатора и находится в интервале 5...15 %.

Полученные выводы можно объяснить следующим механизмом. Пластифицирующая добавка обладает водоредуцирующей способностью, в зависимости от которой меняется и требуемое для получения заданной подвижности В/Ц. При введении добавки в смесь повышается её предельная растяжимость и подвижность и появляется необходимость снизить В/Ц. При снижении В/Ц на требуемую величину в зависимости от водоредуцирующей способности пластификатора подвижность смеси приводится к заданному значению, а предельная растяжимость падает. Величина падения предельной растяжимости зависит от водоредуцирующей способностей добавки, но, как правило, превышает прирост от пластифицирующей способности добавки. Другими словами, суммарный эффект изменения предельной растяжимости от уве-

личения роста пластификатора и соразмерного снижения В/Ц, как правило, отрицательный, что не позволяет улучшать пластичность бетонной смеси представленным путем.

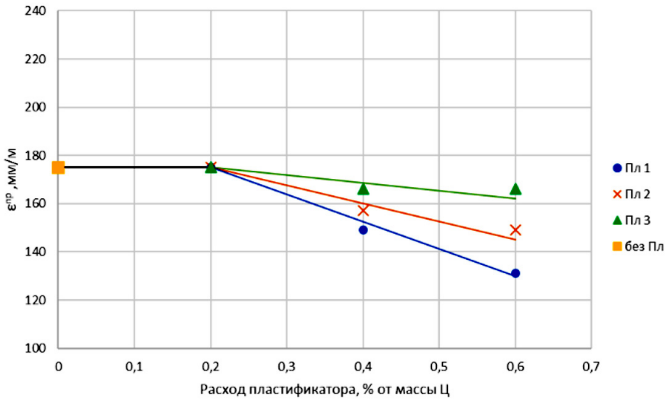


Рис. 1. Изменение предельной растяжимости бетонной смеси при введении пластификатора и соразмерном снижении В/Ц

Анализируя результаты, полученные при испытании составов второй группы (рис. 2), можно наблюдать обратную картину. Введение пластификатора так же увеличивает предельную растяжимость и подвижность смеси. Однако, если компенсировать изменение подвижности не снижением В/Ц, а снижением расхода цемента при постоянном В/Ц, в итоге будет наблюдаться прирост предельной растяжимости до 20 %. Очевидно, что при снижении расхода цемента снижается объёмная доля цементного теста в смеси, однако степень влияния данного фактора на предельную растяжимость бетонной смеси оказалась ниже, чем степень влияния пластифицирующей добавки. Иначе говоря, суммарный эффект от увеличения расхода пластификатора и соразмерного снижения расхода цемента при сохранении постоянного В/Ц, как правило, положительный, что позволяет улучшать пластичность бетонной смеси без изменения её удобоукладываемости.

Предельная растяжимость равноподвижных составов бетонных смесей при различном расходе пластификатора

Группа составов	№ состава б/с	Используемые добавки	Расход материалов на м ³ б/с, кг				В/Ц, %	ПК, мм	ε ^{сп} , мм/м
			цемент	песок	вода	добавка, % от Ц			
1 контр.	1	Без добавки	651	1403	261	0	40	52	175
	2	МС-power-flow-1102 (Пл 1)	649	1401	260	0,2	40	51	175
	3		648	1399	240	0,4	37	53	149
	4		652	1402	225	0,6	35	50	131
	5		651	1401	260	0,2	40	50	175
	6	Макромер П-163 (Пл 2)	650	1406	237	0,4	36	52	157
	7		653	1402	225	0,6	35	55	149
2	8	Макромер П-163 наномодифицированный (Пл 3)	651	1401	260	0,2	40	52	175
	9		651	1404	237	0,4	36	52	166
	10		648	1400	223	0,6	34	51	166
	11		651	1398	260	0,2	40	51	175
	12	МС-power-flow-1102 (Пл 1)	629	1429	252	0,4	40	53	175
	13		621	1452	248	0,6	40	52	175
	14		649	1403	260	0,2	40	54	175

2	15	Макромер П-163 (Пл 2)	632	1431	252	0,4	40	52	184
	16		620	1450	248	0,6	40	54	193
	17	Макромер П-163 наномодифици- рованный (Пл 3)	650	1402	260	0,2	40	54	175
	18		630	1430	252	0,4	40	52	193
	19		611	1458	244	0,6	40	53	202

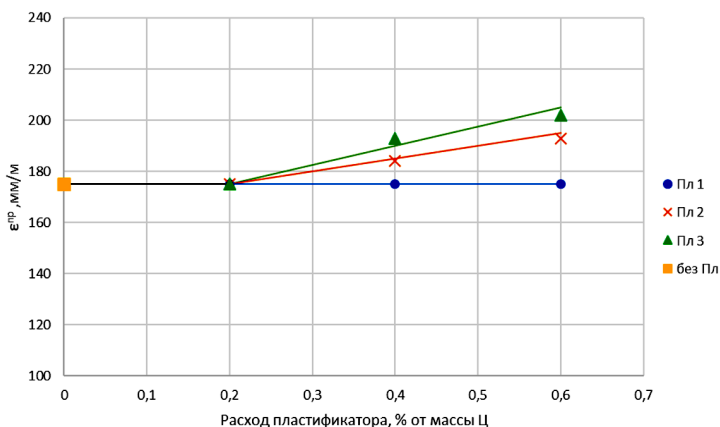


Рис. 2. Изменение предельной растяжимости бетонной смеси при введении пластификатора и соразмерном снижении расхода цемента

Также известно, что при введении добавки и соразмерном снижении расхода цемента при постоянном В/Ц не будет происходить потери прочностных свойств бетона. В связи с чем можно заключить, что для улучшения пластичности бетонной смеси без изменения её удобоукладываемости и ухудшения прочностных показателей бетона необходимо ввести пластификатор или увеличить его расход и соразмерно снизить расход цемента сохранением постоянного значения В/Ц, что в совокупности позволяет повысить предельную растяжимость бетонной смеси до 20 %.

Следует отметить, что предлагаемый способ обладает ограниченной областью применения, его использование возможно в следующих случаях:

- 1) отсутствие пластифицирующей добавки в используемом составе бетонной смеси;
- 2) повышенный расход цемента в используемом составе.

В остальных случаях применение данного способа не эффективно, а в случаях, когда в состав уже включён пластификатор и понижен расход цемента, повысить пластичность без ущерба

остальным показателям качества видится возможным только при подборе наиболее подходящего пластификатора опытным путём.

Литература

1. Вагнер Е. С., Супруненко Е. Ю. Безопалубочное формование как перспективная технология производства ЖБИ // Достижения ВУЗовской науки. 2014. № 9. С. 108–113.
2. Копша С. П., Заикин В. А. Технология безопалубочного формования – ключ к модернизации промышленности и снижению себестоимости жилья // Технологии бетонов. 2013. № 11. С. 29–33.
3. Селяев В. П., Уткина В. Н. Железобетонные конструкции, изготовленные методом безопалубочного формования // Технологии бетонов. 2011. № 5–6. С. 45–47.
4. Уткин В. В., Чумерин Ю. Н. Современная технология строительной индустрии. М.: Русский издательский дом, 2008. 100 с.
5. Рыжов Д. И. О долговечности бетонов из наномодифицированных смесей // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 2(37). С. 146–151.
6. Рыжов Д. И. Применение наномодифицированных добавок для железобетонных изделий // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 6(53). С. 146–150.
7. Пухаренко Ю. В., Хренов Г. М. Задачи технологической механики в развитии способов безопалубочного формования // Вестник Гражданских инженеров. 2017. № 6(65). С. 152–157.
8. Хренов Г. М. Методика определения пластических свойств бетонных смесей для безопалубочного формования // Актуальные проблемы строительства: материалы 70-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 3-х ч.; СПбГАСУ. СПб., 2017. Ч 1. С. 139–144.
9. Хренов Г. М. Метод определения пластичности бетонных смесей // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 2(67). С. 147–154.
10. Хренов Г. М., Рерих А. В. Дисперсное армирование как возможный инструмент регулирования пластичности бетонных смесей // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения: материалы Международных академических чтений. Курск, 2019. С. 45–53.
11. Хренов Г. М. Влияние тонкости помола цемента на пластичность бетонной смеси // Актуальные проблемы строительства: материалы 71-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 3-х ч.; СПбГАСУ. СПб., 2018. Ч 3. С. 87–92.

12. Хренов Г. М. Влияние объемной доли цементного теста на пластичность бетонной смеси // *Архитектура – строительство – транспорт: материалы 74-ой научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета в 2-х ч.*; СПбГАСУ. СПб., 2018. Ч. 2. С. 138–141.

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ГОРОДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 621.311

Виктория Павловна Рыбальская, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: rybalskya@mail.ru

Viktoria Pavlovna Rybalskaya, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: rybalskya@mail.ru

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ НА КОРОННЫЙ РАЗРЯД В ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

ULTRA-HIGH VOLTAGE ELECTRIC TRANSMISSION LOSS REDUCTION

Подавление коронного разряда до сих пор является одним из ключевых вопросов в электроэнергетике в силу того, что при возникновении короны можно наблюдать большие потери энергии, которые сказываются не только на качестве подаваемой потребителям электроэнергии, но и на экономических показателях. Снижение негативного влияния коронного разряда предусматривается при проектировании воздушных линий электропередачи с помощью типовых и инновационных мероприятий. В настоящее время не только в России, но и во всем мире ведущими направлениями для изучения в области энергетики являются энергосбережение и энергоэффективность. В электроэнергетике вопрос экономии энергии прямо пропорционально связан с ее потерями, а значит, с потерями мощности на коронный разряд линий электропередачи в том числе.

Ключевые слова: воздушные линии электропередачи, коронный разряд, мощность, энергосбережение, потери энергии, провод.

The suppression of corona discharge is still one of the key issues in the electric power industry due to the fact that when a corona occurs, large energy losses can be observed that affect not only the quality of electricity supplied to consumers, but also economic indicators. Reducing the negative impact of corona discharge is envisaged in the design of overhead power lines using standard and innovative measures. Currently, not only in Russia but throughout the world, the leading areas for study in the field of energy are energy conservation and energy efficiency. In the elec-

tric power industry, the issue of energy saving is directly proportional to its losses, and therefore, to the loss of power to the corona discharge of power lines, including.

Keywords: overhead power lines, corona discharge, power, energy saving, energy loss, wire.

Воздушная линия электропередачи – это устройство для передачи и распределения к потребителям электроэнергии с использованием изолированных и неизолированных проводов, расположенных в воздухе, прикрепленных арматурой к монтажным конструкциям: опорам, изоляторам, кронштейнам, стенам различных зданий и сооружений [1].

С помощью линий электропередачи связываются между собой элементы энергосистемы. Потери активной мощности в линиях электропередачи в основном связаны с нагревом кабелей при протекании тока, что, в свою очередь, связано с наличием сопротивления кабелей.

При передаче электроэнергии на большие расстояния повышается напряжение с помощью трансформаторов для снижения тока, однако при увеличении напряжения могут возникать разряды. Потери энергии в кабелях зависят от силы тока.

Вблизи воздушных линий электропередачи ионизируется воздух, что в свою очередь провоцирует появление коронных разрядов, или короны [2]. При возникновении коронного разряда возникают сильный шум, свечение, радиопомехи, выделение азота (рис. 1). Коронный разряд приводит к повреждениям изоляции воздушных линий.

На этапе проектирования снижение потерь на корону может выполняться путем увеличения диаметра провода, расщепления провода, регулирования напряжения, изменения конструкции фазы. Данные мероприятия считаются типовыми. К инновационным методам можно отнести: изменение поверхности проводов, сплава; нанесение специальных внешних покрытий на поверхность высоковольтных проводов.

Самые большие потери электроэнергии возникают в сетях сверхвысокого напряжения. Потери на коронный разряд могут зави-

сеть от рабочего напряжения, сечения кабелей, конструкции фазы, но в особенности – от погодных условий. Наиболее неблагоприятными условиями являются осадки в виде дождя и снега, тумана и измороси. При подобной погоде потери возрастают на 2 порядка, продолжительность потерь колеблется в диапазоне 1000–2000 часов. В силу того, что погода предсказывается с определенной, но не стопроцентной вероятностью, расчет режимов с учетом потерь на коронный разряд вести достаточно сложно. Регулирование напряжения может производиться с использованием шунтирующих реакторов, синхронных компенсаторов и т. п. Условия прохождения линий, условия нагрева и охлаждения кабелей также оказывают влияние на расчет.

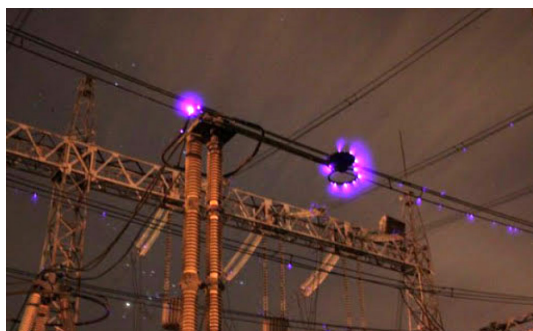


Рис. 1. Коронный разряд на воздушной линии электропередачи

При замене существующих проводов на провода с большим сечением или при изменении конструкции фазы необходимо практически полностью реконструировать воздушные линии электропередачи. Однако, зачастую это невыгодно с экономической точки зрения [3]. Для упрощения данной задачи можно совершенствовать системы регулирования напряжения на трансформаторных подстанциях и электростанциях, а также заменять существующие провода на провода с аналогичным сечением со сниженными потерями и дорабатывать провода для снижения потерь энергии.

Однако наиболее высокотехнологичным решением является нанесение специальных покрытий, защищающих поверхность проводов от снега и дождя. При использовании данного покрытия потери на корону могут снизиться почти вдвое.

Потери на коронный разряд также зависят от кривизны провода, напряженности поля и условий образования данного разряда таких, как уровень влажности, давления и температуры [4]. Самые низкие показатели потерь можно наблюдать при сухой погоде, в то время, как при осадках и изморози потери увеличиваются на порядок (рис. 2). Значит, для снижения потерь необходимо удалять с проводов капли жидкости [5]. Специально разработанные покрытия не дают дождю или снегу образовываться на проводах. Подобные покрытия получают при использовании супер-гидрофобных и супер-гидрофильных веществ. В первом случае капли жидкости не образуются за счет выраженного поверхностного натяжения, во втором – за счет равномерного смачивания провода влагой в виде пленки.

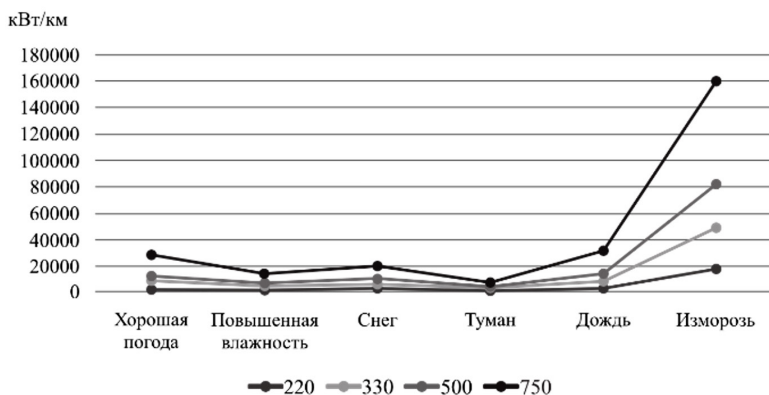


Рис. 2. Графическая зависимость потерь на коронный разряд при различном напряжении в различных погодных условиях

Литература

1. Правила устройства электроустановок в вопросах и ответах. 7 изд. Разделы 1, 6, 7. Пособие для изучения и подготовки к проверке знаний. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. 185 с.
2. Тамазов А. И. Потери на корону и их снижение в сетях 220 кВ и выше // ПУЭ 8: сайт. URL: <https://pue8.ru/elektricheskie-seti/628-poteri-na-koronu-i-ikh-snizhenie-v-setyakh-220-kv-i-vyshe.html> (дата обращения 19.03.2020).
3. Тамазов А. И. Экономическая эффективность воздушных линий электропередачи в новых экономических условиях // Электро. 2008. № 1. С. 2–8.
4. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д. Л. Файбисовича. 4-е изд., перераб. и доп. М.: ЭНАС, 2012. 376 с.
5. Железко Ю. С., Костюшко В. А., Крылов С. В., Никифоров Е. П., Савченко О. В., Тимашова Л. В., Соломоник Е. А. Потери электроэнергии в электрических сетях, зависящие от погодных условий // Электрические станции. 2004. № 11. С. 42–48.

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА

<i>Бойцова Д. В.</i> Формирование общественных пространств в структуре научно-туристических центров археологии	3
<i>Коробова А. О.</i> Особенности архитектурно-пространственных решений зданий научно-исследовательских центров для условий Арктики	10
<i>Елизарова Я. В.</i> Потенциал развития туристической инфраструктуры в Арктической зоне РФ	17
<i>Иванова Е. М.</i> Принципы формирования общественной среды железнодорожных вокзалов.	24
<i>Иванова Д. В., Мартыненко А. А.</i> Гражданско-правовые проблемы строительства в сложившейся городской среде. Дома-гвозди	30
<i>Серебрякова В. И.</i> Потенциалы пешеходной улицы в исторической застройке.	39
<i>Бергман А. В.</i> Архитектурные особенности церквей Сурб Хач в городах Старый Крым и Ростов-на-Дону	47
<i>Никитина С. А.</i> Концепции развития территории «Охтинский мыс»	54
<i>Доценко Л. О.</i> Исторический центр Краснодара как объект культурного наследия федерального значения	60
<i>Рахимова П. С., Лукьянова П. Д.</i> Устойчивая архитектура: психологические аспекты.	66

СТРОИТЕЛЬСТВО

<i>Афанасьев А. П.</i> Современное оборудование для использования отходов нефтяной промышленности в строительстве автомобильных дорог	74
<i>Альбекова Ю. Б.</i> Жилые здания сферической и цилиндрической формы и технология их монтажа	80
<i>Данилова А. С., Коваленко А. Т., Петиков А. В.</i> Современные фасадные системы кирпичных зданий	87

Содержание

<i>Ерандова А. Х., Меркулова А. В.</i> Особенности архитектурно-строительных конструкций в фахверковых домах. Технология строительства	95
<i>Крикун А. А., Цай К. В.</i> Реновации объемно-планировочных и конструктивных решений жилых крупнопанельных зданий на примере зарубежного опыта.	100
<i>Афанасьев В. Г., Бердникова С. А., Кандыба И. С.</i> Оценка влияния глинистой корки на угол трения на контакте «конструкция – грунтовый массив»	118
<i>Бояринцев А. В., Афанасьев В. Г., Сергунова Е. С.</i> Опытное определение поверхностного трения грунта и различных конструкционных материалов.	127
<i>Бояринцев А. В., Матюшина В. А., Родионова Е. С., Шорина А. Ю.</i> Опытное определение скорости морозного пучения грунтов	135
<i>Пеньков Д. В., Полунин В. М.</i> Численное моделирование стабиллометрических испытаний слабых водонасыщенных пылевато-глинистых грунтов	142
<i>Самсонов С. Д.</i> Об общей устойчивости многоэтажных каркасных зданий из древесины	149
<i>Хусаинов А. Н.</i> Анализ применимости методики расчета в СП 64.13330.2017 узловых нагельных соединений, вызывающих напряжения растяжения поперек волокон древесины	157
<i>Шабикова Е. Г.</i> Расчет перекрытий многоэтажных зданий из CLT	164
<i>Бернацкая К. В.</i> Вопросы проектирования многофункционального транспортно-пересадочного узла «Кронштадт»	172
<i>Джумаев А. О.</i> О живучести стальных конструкций опор ВЛ при критических повреждениях	179
<i>Усманов К. Ф., Гончарук А. П.</i> Генеративный дизайн в строительстве	187
<i>Андреев Д. М.</i> Анализ технических решений, применяемых при реконструкции зданий в Санкт-Петербурге	193
<i>Аронская А. В.</i> Совершенствование контроля качества при проведении сварочных работ в строительстве	200

<i>Кукушкина Я. И.</i> Современные технологические решения строительства архитектурных объектов на воде	208
<i>Петренко А. О.</i> Сравнительный анализ современных технологий возведения тонких монолитных конструкций сложной формы	214
<i>Хирхасова В. И.</i> Методы получения микро- и наноцеллюлозы и направления ее использования	219
<i>Хренов Г. М.</i> Повышение предельной растяжимости бетонных смесей при помощи пластифицирующих добавок	227

ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ГОРОДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Рыбальская В. П.</i> Снижение потерь на коронный разряд в линиях электропередачи сверхвысокого напряжения	237
--	-----

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Часть 1

Сборник научных трудов студентов, аспирантов
и молодых ученых

Компьютерная верстка *В. С. Весниной*

Подписано к печати 25.12.2020. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Бум. офсетная.

Усл. печ. л. 14,3. Тираж 300 экз. Заказ 134. «С» 87.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ