

0+

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И ДИЗАЙН



ARCHITECTURE, URBANISM AND DESIGN

INTERNATIONAL ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL



4(42) / 2024

ISSN 0000-0000



АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И ДИЗАЙН

№ 4(42)/2024 Международный электронный научный журнал

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Шабиев С. Г., председатель редакционной коллегии, доктор архитектуры, профессор, декан факультета «Архитектура» Южно-Уральского государственного университета

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Колясников В. А., доктор архитектуры, профессор кафедры «Градостроительство» Уральской государственной архитектурно-художественной академии (г. Екатеринбург, Россия);

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Зимич В. В., кандидат технических наук, доцент кафедры «Архитектура», заместитель декана по научной работе архитектурного факультета Южно-Уральского государственного университета

ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ВЫПУСК

Согрин Е. К.

ВЁРСТКА

Шрайбер. А. Е.

КОРРЕКТОР

Фёдоров. В. С.

WEB-РЕДАКТОР

Шаров М.С.

0+

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

454080, г. Челябинск,
пр. им. В. И. Ленина, д. 76, оф. 518
E-mail: aud.susu@gmail.com
Тел./факс: +7 (351) 267-98-24; 8-950-733-35-45
www.aud.susu.ru

Журнал зарегистрирован Роскомнадзором
Свидетельство ЭЛ № ФС77-57927 от 28.04.2014

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

ИЗДАТЕЛЬ

архитектурный факультет Южно-Уральского государственного университета

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Черкасов Г. Н., доктор архитектуры, профессор кафедры «Архитектура промышленных сооружений» Московского архитектурного института (г. Москва, Россия);

Муксинов Р. М., доктор архитектуры, профессор, заведующий кафедрой «Архитектура», декан факультета «Архитектура, дизайн и строительство» Кыргызско-Российского славянского университета, академик, вице-президент Академии архитектуры и строительства Республики Кыргызстан, член-корреспондент Международной академии архитектуры стран Востока (г. Бишкек, Республика Кыргызстан);

Куспангалиев Б. У., доктор архитектуры, профессор кафедры «Архитектура и дизайн» Казахского национального технического университета, директор-академик Казахского Академического центра международной академии архитектуры (г. Алматы, Республика Казахстан);

Сурина Л. Б., кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Дизайн и изобразительное искусство» Южно-Уральского государственного университета (г. Челябинск, Россия);

Ахмедова А. Т., доктор архитектуры, Почетный архитектор Казахстана. Декан факультета дизайна МОК КазГАСА (Международная образовательная корпорация Казахская головная архитектурно-строительная академия) (г. Алматы, Республика Казахстан);

Сабитов А. Р., доктор архитектуры, Почетный архитектор Казахстана. Заведующий кафедрой графического дизайна МОК КазГАСА (Международная образовательная корпорация Казахская головная архитектурно-строительная академия) (г. Алматы, Республика Казахстан);

XiaoJun Zhao, Director, Chief Architect, Design Director, Senior Architect of China Construction International (Shenzhen) Design Co., Ltd.

АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ, РЕКОНСТРУКЦИИ И РЕВИТАЛИЗАЦИИ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

СНИТКО А.В.

Две реновации на сменах двух эпох.
Этапы архитектурного преобразования
текстильного предприятия ямановских в
г. Иваново 3

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА И ДИЗАЙНА

ХОРОХОВА Е.В., КОЛЯСНИКОВ В.А.

Зарубежный опыт формирования
комфортной среды (на примере турецкого
города Аланья) 14

АЛИКЕЕВА А.В., ЛИ И.С.

Эмоционально-психологическое
воздействие архитектуры на человека 26

ЭКОЛОГИЯ В АРХИТЕКТУРЕ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

ЧЕРЕПАНОВ Н.В., ШАБИЕВ С.Г.

Архитектурное формирование высотных
общественных зданий на основе активной
экологичности 33

АРХИТЕКТУРНО- СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

МЯСНИКОВА А.А.

Особенность применения метода
ускоренной карбонизации в технологии
бетона 45

КУЧИН В.Н., СЕРЕБРЕННИКОВА Е.Н.

Режимы тепловой обработки монолитных
фундаментных конструкций многоэтажных
каркасных зданий 52

ARCHITECTURAL CONCEPTS OF FORMATION, RECONSTRUCTION AND REVITALIZATION OF CIVIL AND INDUSTRIAL FACILITIES

SNITKO A.V.

Two renovations on the shifts of two eras. Stages
of architectural transformation yamanovsky
textile enterprise in Ivanovo 3

THEORY AND HISTORY OF ARCHITECTURE, URBAN PLANNING AND DESIGN

KHOROKHOVA E.V., KOLYASNIKOV V.A.

Foreign experience in creating a comfortable
environment (using the example of the turkish
city of Alanya) 14

ALIKEEVA A. V., LEE I. S.

Emotional and psychological impact
architecture per person 26

ECOLOGY IN ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING

CHEREPANOV N.V., SHABIEV S.G.

Architectural formation of high-rise public
buildings based on active environmental
friendliness 33

ARCHITECTURAL AND CONSTRUCTION TECHNOLOGIES AND MATERIALS

MYASNIKOVA A.A.

The use of accelerated carbonation in concrete
technology 45

KUCHIN V.N., SEREBRENNIKOVA E.N.

Heat treatment modes of monolithic foundation
structures of multi-story frame buildings 52

ДВЕ РЕНОВАЦИИ НА СМЕНАХ ДВУХ ЭПОХ. ЭТАПЫ АРХИТЕКТУРНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ЯМАНОВСКИХ В Г. ИВАНОВО

Иваново – известный в стране исторический промышленный город, где издревле была развита текстильная промышленность. Многие его текстильные предприятия насчитывают более чем 250-летнюю историю.

За годы своего существования они уже пережили не одну реконструкцию и реновацию. Причиной тому было естественное развитие технологий текстильного производства. На «своем веку» эти предприятия пережили технологии доиндустриальной эпохи (её мануфактурного периода), индустриальной эпохи (нескольких периодов машинных фабрик). Многие уже смогли адаптироваться и к технологиям информационной (постиндустриальной) эпохи. Но в наиболее целесообразных случаях (особая градостроительная или инфраструктурная, экономическая или экологическая ситуации) архитектурные комплексы предприятий претерпевают кардинальные преобразования.

Такие процессы всегда были актуальны на сменах цивилизационно-технологических эпох.

На многих исторических промышленных предприятиях Центральной России первые реновации произошли еще во второй половине XIX века, когда ручные технологии периода мануфактур заменялись машинными технологиями. Тогда древние существовавшие производственные корпуса уже не смогли удовлетворять новым способам организации производства. Широким явлением стала их реновация под объекты общественного или жилого назначения.

Конец двадцатого века также ознаменовался не только изменением экономико-технологических способов производства, но и новыми социальными процессами в городах. Переход к новой информационной эпохе вызвал необходимость пересмотра традиционного использования производственных зданий уже конца позапрошлого и начала прошлого века. Учитывая их расположение практически в центральных (или непосредственно примыкающих к центральным) районах городов их реновация стала ещё и обоснованным шагом по развитию городских общественных пространств. И здесь, так же как и 150 лет назад, с уходом прошлой цивилизационно-технологической эпохи, активными стали процессы реновации.

Развитие таких процессов естественным образом повлекло за собой и эволюцию их архитектурных приёмов.

Рассматриваются перечисленные процессы на примере одного из старейших текстильных предприятий Иванова.

Ключевые слова: исторические промышленные предприятия, реновация, Иваново.

TWO RENOVATIONS ON THE SHIFTS OF TWO ERAS. STAGES OF ARCHITECTURAL TRANSFORMATION YAMANOVSKY TEXTILE ENTERPRISE IN IVANOVO

Ivanovo is a well-known historical industrial city in the country, where the textile industry has been developed since ancient times. Many of his tech-stylish businesses have more than 250 years of history.

Over the years of their existence, they have already gone through more than one reconstruction and renovation. The reason for this was the natural development of textile production technologies. In their “lifetime” these enterprises have survived the technologies of the pre-industrial era (its manufacturing period), the industrial era (several periods of machine factories). Many have already been able to adapt to the technologies of the information (post-industrial) era. But in the most appropriate cases (special urban or infrastructural, economic or environmental situations), architectural complexes of enterprises undergo cardinal transformations.

Such processes have always been relevant during the changes of civilizational and technological eras.

At many historical industrial enterprises in Central Russia, the first renovations took place in the second half of the XIX century, when manual technologies of the manufactory period were replaced by machine technologies. Then the ancient existing production buildings could no longer satisfy the new ways of organizing production. Their renovation for public or residential use has become a widespread phenomenon.

The end of the twentieth century was also marked not only by changes in economic and technological methods of production, but also by new social processes in cities. The transition to a new era (information) caused the need to reconsider the traditional use of industrial buildings already at the end of the last century and the beginning of the last century. Given their location in almost the central (or directly adjacent to the central) areas of cities, their renovation has also become a reasonable step towards the development of urban public spaces. And here, as well as 150 years ago, with the passing of the last civilizational and technological era, renovation processes have become active.

The development of such processes naturally led to the evolution of their architectural techniques.

The listed processes are considered on the example of one of the oldest textile enterprises of Ivanov.

Keywords: *historical industrial enterprises, renovation, Ivanovo.*

Реновация производственных объектов – объективный процесс, который присутствовал всегда. Это не изобретение последних 50 лет. Естественным образом при смене технологического уклада, цивилизационных эпох, да и просто при изменении экономических условий происходит «переформатирование» использования производственных зданий и комплексов [5, 8, 13]. Вместе с тем постепенно приходит понимание не только их материальной, но и культурной ценности [12]. Тем интереснее проследить процессы реконструкции старых корпусов прошлых эпох, изменение архитектурных приёмов, идеологических культурных подходов.

Иваново – известный в России исторический промышленный город, основан в 1871 г., возникший из крупного села Иваново, где имелись давние традиции текстильного производства. Здесь много предприятий, которые ведут своё летоисчисление с XVIII – начала XIX веков, история наиболее древних перешагнула 250-летний рубеж. Естественно, они были созданы ещё в доиндустриальную эпоху, в мануфактурный период. В середине XIX столетия на смену мануфактуре пришла фабрика. Началась индустриальная эпоха. Рубеж XX – XXI веков ознаменовался новыми процессами организации производства постиндустриальной информационной эпо-

хи. Каждый такой «переход» сопровождался пересмотром принципов использования производственных построек [14, 16, 17]. Всё это наглядно проявилось и в комплексе текстильного предприятия ивановских предпринимателей Ямановских.

Мануфактура Ямановских, одна из старейших в Иванове, была основана в 1751 году крепостным крестьянином графа Шереметьева Михаилом Ивановичем Ямановским. Первоначально, правда, предприятие располагалось в структуре села, на улице Широкой, ныне ул. Степанова [11].

Однако к середине 1770-х гг. производство было сосредоточено за пределами села, западнее его территории, за Павловским оврагом, по берегу Уводи. Это, также как и у

мануфактур Гарелина и Грачева, была специализированная площадка сугубо производственного назначения, что стало новым явлением в функциональной организации села. Именно она стала в дальнейшем началом Верхнеуводьского промышленного района Иваново-Вознесенска.

На плане села Иваново 1774 г. обозначена не только территория мануфактуры, но и ее внутренняя планировочная структура, сформированная рядом параллельно поставленных специализированных, для отдельных технологических процессов, производственных строений, выполненных из деревянных конструкций, красным кружком обозначена мануфактура Ямановского (рис. 1) [15].



Рис. 1. План села Иваново, 1774 г.

В 1817 г. в составе застройки предприятия указаны следующие «фабричные» строения:

1. Каменный трехэтажный корпус для печатания ситцев, полуситцев, выбойки и платков (24,5x7 саж.).
2. Каменный двухэтажный корпус для печатания ситцев (15x7 саж.).
3. Двухэтажный корпус для составления красок и контора (8x6 саж.).
4. Каменный двухэтажный корпус для печатания ситцев (15x7 саж.).
5. Двухэтажный каменный корпус для

клеения и сушки пряженой бумаги, столярная и резная (15x8 саж.).

6. Каменный трехэтажный корпус для сушки сырых печатных и белых суровых бумажных полотен (20x6 саж.).
7. Деревянный корпус для выварки, квасильня, в нем же пивоварня и жилые помещения для рабочих.
8. Летний бельник, при нем флигель для рабочих.
9. Каменный одноэтажный корпус для галандрения ситцев [4].

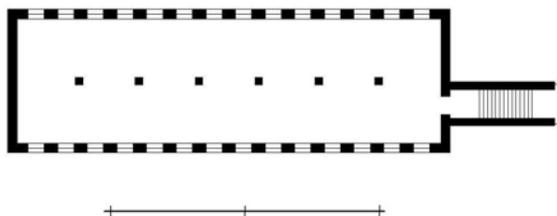
До сегодняшнего дня от того периода

на нынешней улице Зверева сохранились в несколько перестроенном виде набойные корпуса мануфактуры начала XIX столетия – дом № 9а. Они наглядно отражают типологические особенности промышленной архитектуры мануфактурного периода в селе Иваново и близлежащих селах Кохме, Тейкове и пр., где строились своеобразные корпуса

отделочные «набойные» корпуса со специфичным верхним этажом – «сушилами».

На первом этаже таких набойных корпусов находилась красковарка, где составлялись краски для печати; там же стояли котлы и плиты для варения красок. Здесь находилась и «секретная комната», где колорист составлял рецепты, делал пробы и опыты (рис. 2).

а)



б)



Рис. 2. Типичный набойный корпус 1810-х гг. с сушилами в селе Иваново: а – план 2-го этажа, б – внешний вид

На втором этаже в светлом и жарко нагретом зале работали набойщики. Для обеспечения лучшей освещенности помещения делалось большое количество окон со всех сторон. Напротив них устанавливались длинные столы, на которых производилась набивка тканей. Первый этаж обычно перекрывался кирпичными парусными сводами, несущие стены и внутренние колонны на втором и третьем этажах выполнялись из кирпича, хотя перекрытия все еще остались деревянными. На третьем этаже располагались «сушила». Через специальные отверстия в перекрытии ткань поднималась со второго этажа на третий, вешалась на вешала и сушилась.

Произошедший в третьей четверти XIX века промышленный переворот вызвал к появлению и новых типов зданий текстильной промышленности – краснокирпичных крупных корпусов с внутренним металлическим каркасом [3].

Старые производственные корпуса стали претерпевать реновацию. В них «входили» жилые и общественные функции. Они приспособлялись под квартиры, спальни, учебные заведения, и даже – редкость – под храмы, чего нигде, кроме Иваново, не встречалось [9]. В конце XIX века набойные корпуса мануфактуры Ямановского были приспособлены под жилье (рис. 3).

Бывшие набойные корпуса были соедине-



Рис. 3. Общий вид двора мануфактуры Ямановского с набойными корпусами, слева – восточный набойный корпус, справа – западный

ны в одно протяженное Г-образное в плане здание, сейчас двухэтажное, в процессе реновации разобран этаж сушил, под двускатной крышей. Возведены они из кирпича, в том числе с сохранившимися кирпичными сводчатыми перекрытиями этажей, крыша – металлическая по наслонным стропилам. Фасады имеют метричный ряд прямоугольных некрупных окон бывших производственных залов. Декоративное убранство чрезвычайно скупо, но очень характерно для набойных корпусов начала XIX века – плоские лопатки, многоступенчатый венчающий карниз, металлические затяжки перекрытий. Внутри сохранилась металлическая лестница.

К сегодняшнему дню исторически сложилось два участка бывшего предприятия Ямановского: участок мануфактурного периода – южный, и участок машинной фабрики индустриальной эпохи – северный (рис. 4).

На участке мануфактурного периода в XX столетии продолжилось строительство объектов социальной инфраструктуры. Но на фабрике Ямановского социальная инфраструктура была крайне узкой и ограничилась строительством жилья для служащих фабрики

(рис. 5). Так в 1910 г. по улице Уводьской, ныне Зверева, строится жилой дом для служащих фабрики.

Это двухэтажное прямоугольное в плане строение под вальмовой крышей. Имеет 8 оконных осей по фасаду. Здание решено в стиле эклектика в её краснокирпичном исполнении. Прямоугольные окна – в полуналичниках с замковыми камнями. Между этажами – широкий фриз с квадратными нишами, завершенный многоступенчатым карнизом.

Итак, первый этап реновации окончательно закрепил за производственной площадкой мануфактуры функции жилого пространства.

В 1860-х годах на новом участке (участке машинной фабрики индустриальной эпохи), непосредственно на берегу реки Уводь, Мирном Ямановским начато строительство крупного ткацкого корпуса, законченное в 1882 г. Но уже в 1887 году архитектором П.В. Троицким проектируется его надстройка вторым этажом. В 1920-х осуществлена перестройка и надстройка вспомогательного блока котельной с задней стороны корпуса.

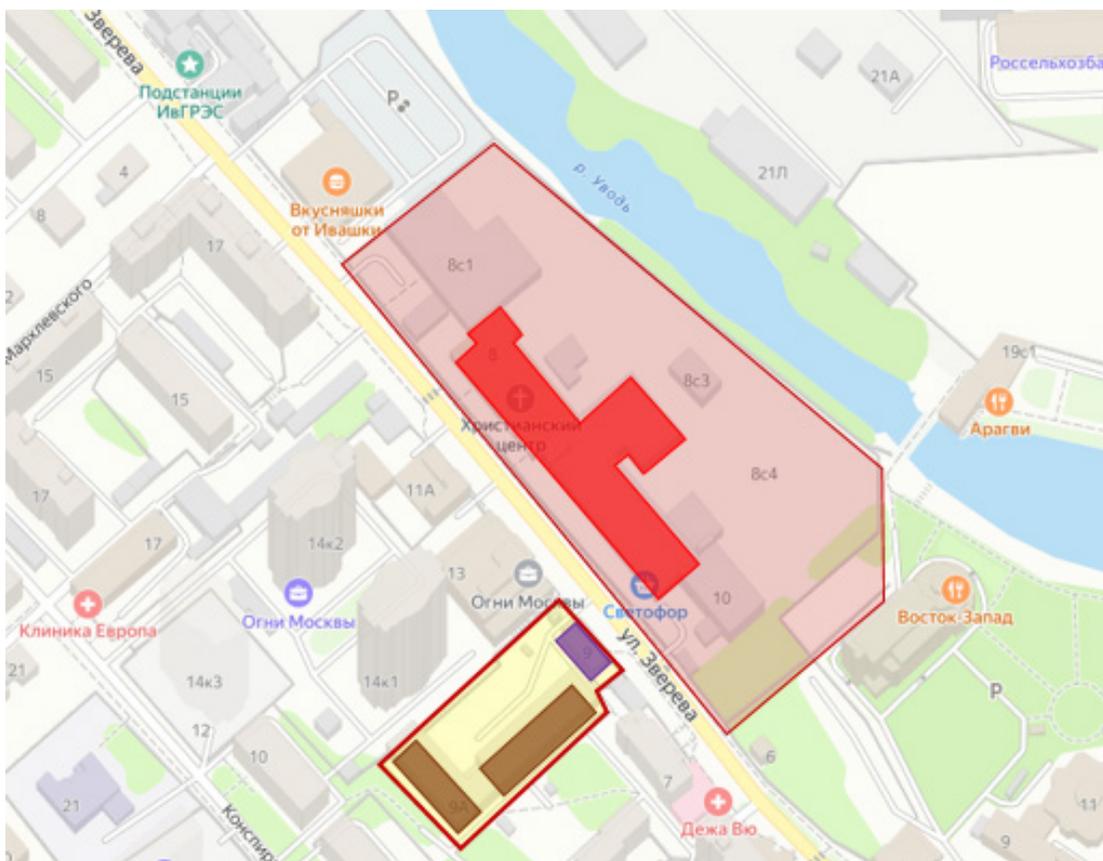


Рис. 4. Участки предприятия Ямановских: южный (желтая заливка) – доиндустриальной эпохи; северный (красная заливка) – индустриальной эпохи; коричневым – набойные корпуса, лиловым – дом для служащих фабрики, красным – корпус машинной фабрики индустриальной эпохи 1860-1920-х гг.



Рис. 5. Дом служащих фабрики Ямановского, вид с улицы Зверева

В основном двухэтажный, за исключением трехэтажного лестничного блока, Т-образный в плане объем под вальмовой крышей имеет габариты 127,4 x 52,2 м [10].

Объемно-планировочная структура здания характерна для производственных зданий текстильной промышленности, где бывшие производственные залы – основные помещения – сформированы на основе ячеико-зальной планировочной структуры [6]. Такая объемно-планировочная структура имеется в помещениях трех бывших цехов (два больших и один малый) основного объе-

ма (в одном из них на втором этаже утрачена) и ряде мелких цехов дополнительного производственного объема. В пределах основного объема расположены также три лестничных блока (один – центральный – трехэтажный), в пределах дополнительного – один лестнич- ный блок (рис. 6).

На этом на долгие годы строительство здесь прекратилось, и лишь в 1970-х гг. из силикатного кирпича или красного кирпича осуществлен ряд пристроек к основному производственному корпусу.

Главный фасад здания, выходящий на ул.

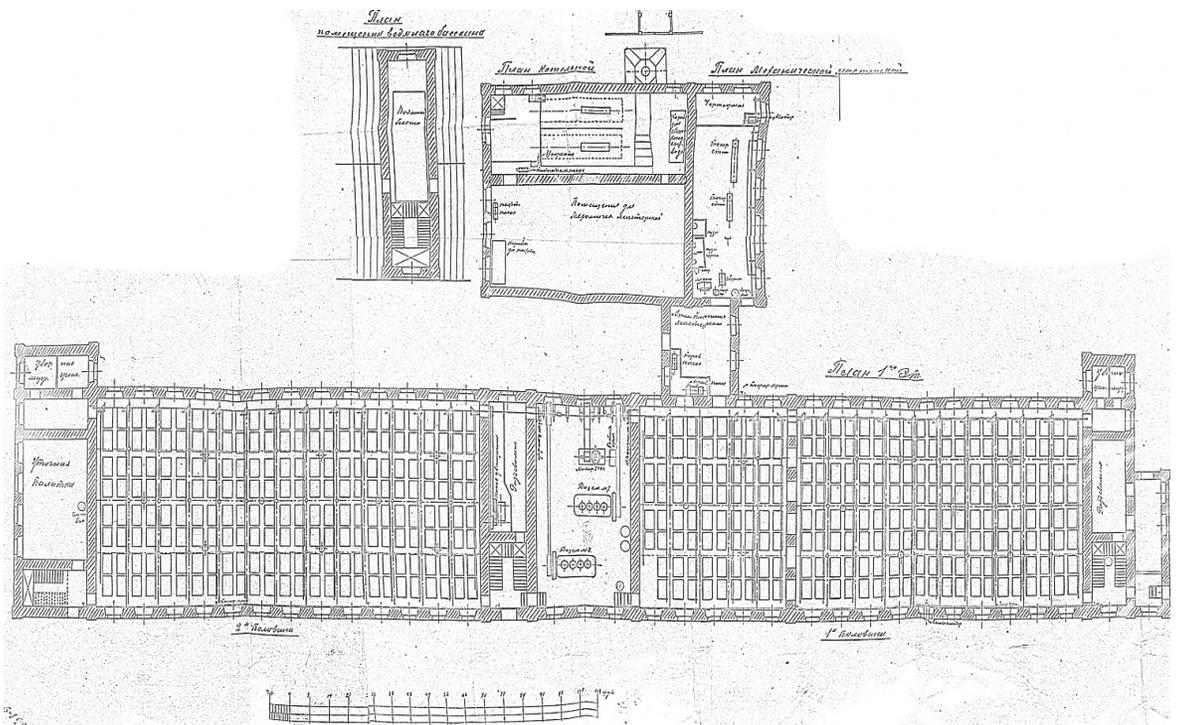


Рис. 6. Ткацкий корпус. Чертеж обследования 1920-х гг. ГАИО

Зверева, получил метричный ряд оконных проемов, соответствующих шагу колонн в производственных цехах или лестничному блоку (рис. 7).



Рис. 7. Фасад ткацкого корпуса по ул. Зверева

Фасады дополнительного производственного объема также имеет метричные ряды окон. На южном фасаде на 1-м этаже окна имеют лучковое завершение, остальные – почти квадратные, с закругленными верхними углами. Между этажами идёт поясок, завершает фасад антаблемент.

В интерьере интерес представляют металлические колонны внутреннего каркаса и две

сохранившиеся в торцевых лестничных блоках металлические чугунные лестницы с рельефными ступенями и подступенками.

И если на первом этапе, во второй половине XIX века, бывшие производственные мануфактурного периода доиндустриальной эпохи корпуса были «превращены» в жильё, то уже на втором этапе, XXI век, преимущество было отдано общественным и обслуживающим функциям.

В 2000-х годах в ходе реновации северной части корпуса под общественный центр, баптистскую церковь, эта часть главного фасада была оштукатурена вместе с наличниками окон. Интерьеры этого общественного центра в то время были подвергнуты ремонту с сохранением всех исторических частей. И здесь действительно целесообразно употребить понятие «ремонт», т.к. каких-то новых художественных приёмов дизайна интерьера использовано не было. Это была простая покраска стен и колонн (рис. 8).

Примерно в это же время на 2-м этаже корпуса расположилась авторемонтная мастерская (рис. 9). Въезд в неё был организован прямо с уровня проезжей части улицы Зверева, что было возможно благодаря рельефу местности. Первоначально, в 2000-х годах её интерьеры также были просты и даже утилитарны. Но уже во втором десятилетии нынешнего столетия они претерпели редизайн и стали вполне стильными пространствами в стиле лофт, включившими не только производственные цеха, но и кафе.

В 2024 г. вспомогательный блок корпуса претерпевает реновацию с применением современных дизайнерских приёмов, ак-



Рис. 8. Блок корпуса с баптистской церковью. Интерьер зала собраний



Рис. 9. Интерьеры автомастерской

центрирующих основополагающие элементы художественной системы краснокирпичных фабрик. На фасадах красный кирпич подвергается очистке, проявляются его богатые возможности по фактурной, текстурной и цветовой идентичности фабричной архитектуры. И это положительный момент. Однако

некоторые современные элементы – черные металлические наличники и «уши» оконных проёмов, нарочито выделенные трубы, горизонтальные пояса и т.п., в погоне за яркостью художественного образа нивелируют историческую «правдивость» исторического облика здания (рис. 10).



Рис. 10. Вспомогательный блок. Внешний вид

В то же время применённые в интерьерах дизайнерские приёмы в стиле лофт с сохранением старинных конструктивных элементов и их новым прочтением в современном дизайнерском окружении показали художе-

ственное богатство и возможности фабричной архитектуры при создании стильных и модных внутренних пространств (рис. 11).

Однако во многих интерьерах видна некоторая «нарочитость» в явном контрасте глу-



Рис. 11. Интерьер вспомогательного блока: а – сохранённая лестница; б – фотостудия

боко черных металлических столбов, балок, оконных рам и белоснежных потолков. Обогащением этой черно-белой «графики» служат открытые поверхности краснокирпичных стен, текстура покрытий пола, мебель.

Заключение

Процессы реновации «сопровожают» ивановские исторические промышленные предприятия на протяжении более 150 лет. Производственные корпуса периода мануфактур претерпели реновацию во второй половине XIX столетия. В начале XXI века реновации подвергаются корпуса индустриальной эпохи.

Исследование архитектурных приёмов реновации показало, что в позапрошлом веке

они были утилитарными и представляли собой простое приспособление зданий и помещений без выявления их историко-художественной ценности и значимости. Первые реновации XXI столетия также имели весьма утилитарный характер. Но за последние 20 лет (уже имея опыт таких реноваций за рубежом и в Москве) и в Иваново стали реализовываться проекты, в которых «историческая архитектурная подоснова» становится «художественным камертоном» дизайна фасадов и интерьеров, где самые простые строительные элементы и фактурные особенности конструкций все активнее формируют набор ярких выразительных средств.

Литература

1. ГАИО. Ф. 141. Оп. 1. Фабрика Ясюнинских. Д. 612. Планы и чертежи фабрики.
2. ГАИО. Ф. 141. Оп. 1. Фабрика Ясюнинских. Д. 1049. Материалы к истории фабрики.
3. Гераскин, Н. С. Архитектура русской текстильной фабрики XIX и начала XX веков: дис. д-ра архитектуры: 18.00.01 / Гераскин Николай Степанович. – М.: МАРХИ, 1972. – 357 с.
4. Глебов, Ю. Ф. История фабрики Большой ивановской мануфактуры / Ю. Ф. Глебов, В. М. Соколов. – Иваново: Облгиз, 1952. – 156 с.
5. Лабутин, В.С. Преобразование завода «Арма» / В.С. Лабутин // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. Том 2. – М.: МАРХИ, 2018. – С. 566-569.
6. Морозова, Е. Б. Архитектура промышленных объектов: прошлое, настоящее и будущее / Е. Б. Морозова. – Минск: Технопринт, 2003. – 316 с.
7. Очерки истории строительной техники России XIX – начала XX века / В. В. Большаков [и др.]; Г. М. Людвиг (гл. ред.) – М.: Стройиздат, 1964. – 371 с.
8. Перов, Ф. В. «Доклэндз» – программа возрождения портовых городов Великобритании / Ф. В. Перов, В. А. Нефедов // Архитектура и строительство России. – 1992. – №3. – С. 36–40.
9. Снитко, А.В. Исторические промышленные города Центра России: Особенности адаптации и сохранения исторической промышленно-селитебной застройки / А.В.Снитко. – Иваново: ООО «Научная мысль», 2014 – 160 с.
10. Снитко, А.В. Промышленная архитектура Иванова: Архитектура Большой Ива-

- новской мануфактуры / А.В.Снитко. – Иваново: ИД «Референт», 2018 – 66 с.
11. Тихомиров, А. М. Иваново. Иваново-Вознесенск: путеводитель сквозь времена / А. М. Тихомиров. – Иваново: Референт, 2011. – 327 с.
 12. Черкасов, Г.Н. Сохранение и реновация объектов индустриального наследия. Эволюция представлений. / Г.Н. Черкасов // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. Том 2. – М.: МАРХИ, 2016. – С. 253-254.
 13. Шабиев, С.Г. Архитектурная реновация электростанции Баттерси в городе Лондоне на основе экологического подхода / С.Г. Шабиев // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2014. – №3. – С. 65-67.
 14. Штиглиц, М. С. Промышленная архитектура Петербурга в сфере «индустриальной археологии» / М. С. Штиглиц. – СПб.: Белое и черное, 2003. – 221 с.
 15. Экземплярский, П. М. История города Иванова. Ч. 1: Дюктябрьский период / П. М. Экземплярский. – Иваново: Иванов. кн. изд-во, 1958. – 396 с.
 16. 6 Amazing Green Renovations That Turn Industrial Buildings into Architectural Gems. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://inhabitat.com/6-amazing-green-renovations-that-turn-industrial-buildings-into-architectural-gems/>
 17. Wood, S. The industrial renovation. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://accessaa.co.uk/the-industrial-renovation/>

References

1. GAIU. F. 141. Op. 1. Yasyuninsky Factory. D. 612. Plans and drawings of the factory.
2. GAIU. F. 141. Op. 1. Yasyuninsky Factory. 1049. Materials for the history of the factory.
3. Geraskin, N. S. Architecture of the Russian textile factory of the XIX and early XX centuries: dis.... Doctor of Architecture: 18.00.01 / Geraskin Niko-lai Stepanovich. – М.: MARKHI, 1972. – 357 p.
4. Glebov, Yu. F. The history of the factory of the Great Ivanovo manufactory / Yu. F. Glebov, V. M. Sokolov. – Ivanovo: Oblgiz, 1952. – 156 p..
5. Labutin, V.S. Transformation of the Arma plant / V.S. Labutin // Science, education and experimental design in MARKHI: Abstracts of reports of the international scientific and practical conference of the teaching staff, young scientists and students. Volume 2. - Moscow: Markhi, 2018. - pp. 566-569.
6. Morozova, E. B. Architecture of industrial facilities: past, present and future / E. B. Morozova. Minsk: Technoprint, 2003. 316 p.
7. Essays on the history of construction machinery in Russia of the XIX – early XX century / V. V. Bolshakov [et al.]; G. M. Ludwig (chief editor) – М.: Stroyizdat, 1964. – 371 p.
8. Perov, F. V. “Docklands” - the program of revival of port cities of Great Britain / F. V. Perov, V. A. Nefedov // Architecture and construction of Russia. - 1992. - No. 3. - pp. 36-40.
9. Snitko, A.V. Historical industrial cities of the Center of Russia: Features of adaptation and preservation of historical industrial and residential buildings / A.V.Snitko. – Ivanovo: LLC “Scientific thought”, 2014 – 160 p.
10. Snitko, A.V. Industrial architecture of Ivanov: Architecture of the Great Ivanovo Manufactory / A.V.Snitko. – Ivanovo: Publishing house “Re-ferent”, 2018 – 66 p.
11. Tikhomirov, A.M. Ivanovo. Ivanovo-Voznesensk: a guide through time / A.M. Tikhomirov. – Ivanovo: Referent, 2011. – 327 p.
12. Cherkasov, G.N. Preservation and renovation of industrial heritage sites. The evolution of ideas. / G.N. Cherkasov // Science, education and experimental design in the MARCHI: Abstracts of the proceedings of the international scientific and practical conference of the academic staff, young scientists and students. Volume 2. – Moscow: Markhi, 2016. – pp. 253-254.
13. Shabiev, S. G. Architectural renovation of the Battersea power station in London, based on the ecological approach / S. G. Shabiev // Academic Vestnik Uralniiproekt RAASN. – 2014. – No. 3. – P. 65-67.
14. Stieglitz, M. S. Industrial architecture of St. Petersburg in the field of “industrial archaeology” / M. S. Stieglitz. – SPb.: White and black, 2003. – 221 p.
15. Ekzemplyarskij, P. M. The history of the city of Ivanov. Part 1: The Pre-October period

/ P. M. Instantirsky. – Ivanovo: Ivanov. Publishing house, 1958. – 396 p.

16. Amazing Green Renovations That Turn Industrial Buildings into Architectural Gems. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://inhabitat.com/6-amazing-green-renovations-that-turn-industrial-buildings-into-architectural-gems/>

17. Wood, S. The industrial renovation. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://accessaa.co.uk/the-industrial-renovation/>

СНИТКО А. В.,

доктор архитектуры, профессор кафедры Архитектуры и урбанистики, Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия. E-mail: snitko-av@mail.ru

Snitko A. V.,

Doctor of Architecture, Professor of the Department of Architecture and Urban Studies, Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russia. E-mail: snitko-av@mail.ru

Поступила в редакцию 20.10.2024

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ТУРЕЦКОГО ГОРОДА АЛАНЬЯ)

Рассматриваются вопросы благоустройства территории как комплексного вида архитектурно-градостроительной деятельности по формированию комфортной среды. В качестве примера выбран туристический город Аланья. Исследование данного города выбрано с целью изучения опыта лучших мировых практик, решения проблем при организации комфортной среды и использования этого опыта в условиях российских городов. Актуальность проблемы заключается в необходимости поиска баланса между социальными и рыночными интересами при формировании архитектурно-пространственной среды в условиях реализации Стратегии пространственного развития России и приоритетного проекта «Жилая и комфортная городская среда». Исследуются вопросы создания и поддержания комфортной среды в городе Аланья, кратко изложены ключевые положения нормативных документов, в которых установлены требования к архитектурно-градостроительному облику объектов капитального строительства и правилам его согласования. В данных документах отмечается необходимость разработки специального градостроительного зонирования и регламентов по формированию объёмно-пространственной композиции зданий.

Цель заключается в выявлении существующих принципов, приёмов и средств благоустройства при формировании комфортной городской среды на основании изучения опыта города-курорта Аланьи. Для достижения этой цели даётся краткая историческая справка о городе Аланье, исследуются основные направления пространственного развития Турции, отмечаются характерные черты планирования; рассмотрены достопримечательности исторического и современного периода; проводится анализ городской среды с учётом выявления маркетинговых приёмов её организации.

В заключении приводятся основные выводы и результаты исследования: 1) при решении проблем формирования комфортной среды важно изучать лучшие мировые практики; 2) при озеленении города необходимо стремиться к созданию системы архитектурно-ландшафтных ансамблей общественных пространств; 3) уделять внимание архитектурно-градостроительному облику объектов на гостевых маршрутах; 4) необходим поиск новых стилистических решений зданий, бережное отношение к историко-культурным памятникам; 5) при формировании комфортной городской среды важно использовать средства стратегического маркетинга территорий.

Ключевые слова: комфортная среда, архитектурно-пространственный облик, Аланья, достопримечательности, маркетинг территорий.

FOREIGN EXPERIENCE IN CREATING A COMFORTABLE ENVIRONMENT (USING THE EXAMPLE OF THE TURKISH CITY OF ALANYA)

The issues of landscaping as a complex type of architectural and urban planning activity for the formation of a comfortable environment are considered. The tourist town of Alanya is chosen as an example. The study of this city was chosen in order to study the experience of the best world practices, solve problems in organizing a comfortable environment and use this experience in the conditions of Russian cities. The urgency of the problem lies in the need to find a balance between social and market interests in the formation of an architectural and spatial environment in the context of the implementation of the Spatial Development Strategy of Russia and the priority project "Residential and comfortable urban environment". The issues of creating and maintaining a comfortable environment in the city of Alanya are investigated, the key provisions of regulatory documents are briefly outlined, which establish requirements for the architectural and urban appearance of capital construction facilities and the rules for its coordination. These documents note the need to develop special urban planning zoning and regulations for the formation of spatial composition of buildings.

The aim is to identify the existing principles, techniques and means of improvement in the formation of a comfortable urban environment based on the study of the experience of the resort city of Alanya. To achieve this goal, a brief historical summary of the city of Alanya is given, the main directions of spatial development of Turkey are investigated, characteristic features of planning are noted; the historical and modern period are considered; the urban environment is analyzed taking into account the identification of marketing techniques of its organization.

In conclusion, the main conclusions and results of the study are presented: 1) when solving the problems of creating a comfortable environment, it is important to study the best world practices; 2) when greening the city, it is necessary to strive to create a system of architectural and landscape ensembles of public spaces; 3) pay attention to the architectural and urban appearance of objects on guest routes; 4) it is necessary to search for new stylistic solutions for buildings, careful attitude to historical and cultural monuments; 5) when forming a comfortable urban environment, it is important to use the means of strategic marketing of territories.

Keywords: *comfortable environment, architectural and spatial appearance, Alanya, attractions, territorial marketing.*

Актуальность темы исследования определяется необходимостью изучения опыта лучших мировых практик комплексного благоустройства территории и использования этого опыта в реализации Стратегии пространственного развития России и приоритетного проекта «Жилая и комфортная городская среда» [12, 14]. В качестве объекта исследования выбран зарубежный город-курорт Аланья (Турция). Предмет исследования-принципы, приёмы и средства благоустройства территории как комплексного вида архитектурно-градостроительной деятельности по формированию комфортной среды поселений. Цель исследования заключается в вы-

явлении существующих принципов, приёмов и средств благоустройства при формировании комфортной среды на примере города-курорта Аланья. Методика исследования основана на использовании метода анализа публикаций, нормативно-правовых и директивных документов, визуального анализа городской среды.

При формировании архитектурно-пространственной среды городов России можно наблюдать ряд нерешённых проблем. Важным направлением в поиске вариантов их решения может послужить анализ зарубежного опыта комплексного благоустройства поселений. В исследовании в качестве при-

мера выбран город средиземноморья Аланья [7, 9, 11]. Турция – один из мировых лидеров туристического и курортного отдыха. В стране отмечается бережный подход к планированию, который осуществляется за счёт выработки и соблюдения градостроительных регламентов, формирования наиболее комфортной городской среды и благоустройства территории. Развитие Турции заключается в индивидуальном подходе к городскому планированию с выявлением уникальных черт местности с планомерным развитием, ориентированным на все уровни потребителя. Одним из главных факторов развития городов является историческое наследие, связующее звено между старой и новой структурой. Основной градостроительной модели является исторически сложившаяся застройка с координацией различных аспектов.

В городе Аланья, как и во многих городах Турции, превалирует средне этажная застройка, действуют нормы по ограничению этажности. Важное место в городском развитии занимает благоустройство и озеленение территории, при планировании новых проектов уделяется внимание охране экосистем и природных зон. В Турции туризм является одним из ведущих факторов развития экономики. Основные направления при планировании: высокоразвитая специализация в секторе услуг, совместное участие инвесторов и государства при проектировании крупномасштабных туристических объектов и инвестициях в прибрежную курортную зону; акцент на использование природных и культурных ценностей для развития альтернативных видов традиционного и экологического туризма; развитие сельского хозяйства; улучшение потенциала портов для яхтового и круизного туризма; соблюдение норм градостроительных регламентов. В Турции генеральные планы разрабатываются на высоком уровне с привлечением иностранных проектировщиков и инвесторов. Основная задача городского планирования – создание безопасной и оптимальной среды для жизни на период пятьдесят – сто лет. В курортных пригородах Аланьи разрешена только малоэтажная застройка. Важным является тот факт, что Главное управление пространственного развития Министерство окружающей среды и градостроительства Турции формирует пространственную стратегию развития для страны в целом. Единый план пространственной стратегии включает экономическую, социальную, экологическую политику [5, 6, 8]. У города есть сайты с достаточно подробной информацией о жизни и развитии города, с

проектами формирования городской среды. На сайте есть раздел с городами-побратимами, у Аланьи много партнёров из разных стран мира [15, 19].

Аланья – курортный город Турции, расположенный у побережья Средиземного моря, примерно в 150 км от Анталии. Площадь города 1598,51 кв.м., население по состоянию на 2022 года составляет 364 180 человек. Строительство первых отелей в Аланье началось с 60-х годов прошлого века [4]. За последние 20-30 лет город стал туристическим курортом с развитым спектром услуг [2]. Среднеземноморский климат, красивые пляжи и богатое историческое наследие делают Аланью известным курортом, на который приходится 9% трафика туристического потока Турции [1]. Живописная природа, развитая туристическая инфраструктура, большое количество памятников историко-культурного наследия, наличие красивых мест, достопримечательностей и довольно небольшая стоимость на проживание делают курорт одним из самых популярных в Турции [7]. Городской округ Аланьи состоит из посёлков: Махмутлар, Инжекум, Конаклы, Оба и других [18]. Город был основан в 1872 году. Крепость, вокруг которой была основана Аланья, известна с XIII века [2]. Один из уникальных городов мира, Аланья, способен рассказать свою историю от античного времени до современности посредством архитектурно-пространственной среды. Первые поселения на этой территории, согласно раскопкам, появились 2000 лет до н.э. [1, 10].

Уникальная достопримечательность Аланьи – территория Старого города площадью примерно в 100 Га [10]. Старый город расположен на полуострове неподалёку от центра города и живописной гавани Средиземного моря, он делит город на две части – историческую и современную. Для поднятия на возвышение горы полуострова с 2017 года работает фуникулёр с 14-ю кабинками, в каждой из которой по 8 мест [13].

В Старом городе сохранились здания греческой, римской, византийской, сельджукской и османской архитектуры. Со стороны моря территория окружена 6-ю крепостными стенами, вход осуществляется через ворота. На территории можно увидеть узкие улочки, покрытые брусчаткой, магазины, рестораны и кафе, ремесленные мастерские, где можно купить сувениры [10, 17]. Достопримечательности Старого города периода сельджуков: крепость Аланьи, средневековый замок, окружённый сохранившимися крепкими каменными стенами; у входа в га-

вань стоит Красная башня, в стороне от неё находится сельджукская верфь [1, 13] (рис.1). В северной части Старого города находится район Эхмедек, на территории которого можно прогуляться по узким улочкам и увидеть дома османской эпохи с красными крышам [1].

В Аланье несколько пещер, расположенных неподалёку от Старого города. Дамлаташ стала первой пещерой в Турции, открытой не только для исследователей, но и для туристов, её обнаружили случайно в 1948 году.

Здесь постоянно держится комфортная температура, а целебный микроклимат помогает излечить заболевания дыхательных путей [16]. Пиратская пещера, расположенная на берегу Средиземного моря, имеет природное происхождение. Прямо над пиратским гротом находятся руины древней крепости. Согласно легенде, в гроте пираты хранили награбленные сокровища и стратегические запасы. В Аланье есть пещера влюблённых, представляющая собой сквозной каменный грот [13].



Рис.1. Туристическая карта Аланьи

Помимо территории Старого города, в Аланье есть множество красивых мест и разнообразных достопримечательностей, одной из которых является пляж Клеопатры, один из самых красивых в Турции (рис.2). Согласно одной из легенд, Клеопатра попросила Марка Антония перевести на этот пляж песок из Египта. Пляж удостоен статуса «Голубой флаг» [2], вода на его территории имеет кристальную чистоту, красивый бирюзовый оттенок. Городская набережная тянется вдоль береговой линии Аланьи на несколько километров. Здесь сосредоточены основные туристические развлечения: пляжи и зоны отдыха, торговые центры и магазинчики, кафе и рестораны, гостиничные комплексы и парки. Набережная красиво благоустроена, на её территории установлены скамейки и небольшие скульптуры, миниатюрные фонтаны; созданы ландшафтные композиции; выложены тротуарной плиткой дорож-

ки; высажены цветы, кустарники и пальмы (рис.3) [3].

Интересно оформленной зоной пляжа Клеопатры является его заключающая часть – территория пляжа Илюзион Палм бич. Прибрежная пляжная зона стилизована под зону Древнего Египта. Территория пляжа хорошо оборудована, движение осуществляется по деревянному настилу, центральная часть настила расписана в виде большого ковра белой краской. Уникальной территорию делает использование художественного подхода (рис.4).

Одно из интересных достопримечательностей – сады Аланьи – небольшой парк, расположенный в центральной части города. Это настоящий оазис среди городских построек, протяженностью 950 метров и в ширину 480 метров. Территория парка была заложена в 2003 году, обустройство заняло 1 год. Сады Аланьи расположены неподалеку



Рис.2. Вход на пляж Клеопатры



Рис.3. Вид на променад пляжа Клеопатры



Рис.4. Территория пляжа Иллюзион Палм бич (Аланья)

от городского пляжа, и отдыхающие могут укрыться от палящего солнца в тени деревьев. Кроме цветочных клумб и ландшафтных композиций в парке находится мини-городок для кошек.

Живописным и красивым местом в Алании является бульвар Ататюрка, который располагается в центре, начинается с площа-

ди с одноимённым названием. Бульвар тянется по западной части курорта, соседствуя с красивым пляжем Клеопатры. Прогуливаясь по бульвару Ататюрка, можно посетить местные уличные кафе, сувенирные лавки, многочисленные бутики и т.п.

Красивым и интересным местом является порт города Аланьи, в 10 минутах от центра

курортного города. Для туристов здесь стоят необычные пиратские корабли, предлагающие развлечения для желающих в виде экскурсий, дискотек, вечеринок, купаний. В порту Аланьи находится необычная, привлекающая туристов со всего мира, достопримечательность – маяк Аланьи, который был изначально задуман как туристический объект. Насыпь, сложенная из огромных камней,

выступает в море почти на 500 метров. Маяк был построен во Франции в 1880 году и позже в разобранном состоянии перевезён в Турцию, построен в 2009 году. Ориентир для кораблей открыт туристам, которые могут подняться по винтовой лестнице и окунуться в живописный и восхитительный мир вокруг сооружения на высоте 16 м (рис.5).

К списку самых важных достопримеча-



Рис.5. Вид на маяк и порт Аланьи

тельностью города Аланьи относят культовые сооружения, среди которых можно выделить: мусульманскую Мечеть Сулеймание и Храм Святого Георгия Победоносца. Храм построен на том месте, где было явления Георгия Победоносца в VIII веке, который по легенде победил дракона, а с XIII века рядом был построен мужской монастырь. На территории Аланьи есть интересные достопримечательности для семей с детьми, среди которых можно выделить: аквапарк, лунапарк, дельфинарий. Для привлечения туристов в

Аланьи очень много разработано, спроектировано и реализовано. Важное место уделяется рекламе, комфорту, красоте и эстетике пространства, для привлечения туристов спроектированы пиратские корабли. Корабли в Аланьи можно встретить разного типа, размера, количества палуб и этажей. Прогулка на пиратском корабле представляет собой морскую экскурсию, рассчитанную на разную длительность, помимо экскурсии в стоимость включён и завтрак на борту, и в каюте корабля (рис.6).



Рис.6. Виды на пиратские корабли города Аланья

Проезжая по улицам города, нельзя не заметить фантастического оформления разделительных полос на дороге. Разделительная полоса представляет собой продолговатое, несколько приподнятое озеленённое пространство, в центральной части которого высажены красивые пальмы на небольшом озеленённом островке. В отдельных случаях можно наблюдать между посадками пальм декоративные элементы ландшафтного дизайна (рис.7).

Можно провести небольшой анализ цветовых решений территории Старого города. Вход на территорию старого города от фуникулёра выполнен из деревянного настила с соблюдением перепада высот. При строительстве Красной башни, крепости и других строений использовались природные материалы: камень и кирпич. Наличие природных материалов придаёт этому месту особый колорит. Камни имеют очень красивые



Рис.7. Вид на разделительные полосы дороги, Аланья

пастельные оттенки, идеально гармонируют между собой в кладке и с природным скальным камнем, достаточно часто встречающейся на территории Старого города. Создаётся ощущение того, что строительством крепости и строений занималась сама природа; объекты гармонично вписываются в при-

родный ландшафт полуострова. В кладке каменной стены использовались камни разного размера, в нижней части можно наблюдать довольно большие каменные блоки, в средней и верхней части использовались камни небольших размеров произвольных форм и различных пастельных оттенков (рис.8).



Рис.8. Вид на «Старый город» Аланьи с выявлением цветовых палитр

В Аланьи появилось ещё одно маркетинговое место. Рядом с Красной башней есть небольшой променад со смотровой площадкой, ведущей к пляжу Терсане. Со смотровой площадки открываются фантастические виды: с левой стороны вид на порт; с правой стороны вид на Старый город и другие достопримечательности. В вечернее время эта территория подсвечивается, играют музыканты, создаётся романтическая атмосфера.

В дневное время в зоне смотровой площадки работает фотограф, он устанавливает ностальгическую фотобудку, стиливое решение которой соответствует духу местности. Он фотографирует людей и создаёт лист газеты на состаренной бумаге с фотографией туриста и исторической справкой об этом месте. Газета выдаётся бесплатно, но каждый турист может положить небольшую сумму в ящичек для чаевых [20] (рис.9).



Рис.9. Территория смотровой площадки с фото зоной, Аланья

В Аланьи несколько маркетинговых пешеходных аллей. Отличительная черта – уникальное оформление. Аллея большого базара представляет собой мощёный тротуар, над которым висит большое количество разноцветных зонтов (рис.10).

Пешеходная аллея «Muhabbet Sokak – улица Мухаббета» с большим количеством кафе на любой вкус, очень красивое место, чем-то напоминающее территорию европейского квартала. Уникальность этого места заключается в: качественном мощении тротуарной плитки, дизайнерском разделении на зоны,

посередине аллеи стоят цветы в деревянном оформлении, по бокам аллеи располагаются обеденные столики. Верх аллеи оформлен из гирлянд треугольников различных цветов, через промежутки стоят декоративные столбы с декорацией из домов. Вход и выход с аллеи оформлены в виде нависающей входной арки с объёмным изображением квартала с цветными домиками. Пешеходная галерея имеет завершённый образ, это место одно из самых красивых и маркетинговых мест в Аланье (рис.11).

Ещё одна пешеходная аллея в Аланье вы-



Рис.10. Аллея большого базара



Рис.11. Пешеходная аллея «Muhabbet Sokak – улица Мухаббета»

полнена в мощении плиткой контрастных цветов, по середине серая плитка, по бокам дизайнерски выложенная плитка красных оттенков. По всей длине аллеи установлена конструкция для установки навеса, в данный период навес украшен декоративными тыквами. Зоны магазинов и кафе находится под дополнительными навесами.

Заключение

На основании краткого обзора опыта комплексного благоустройства города Аланьи можно сделать следующие выводы: 1) при решении проблем формирования комфортной среды отечественных поселений необходимо изучать лучшие мировые практики архитектурно-планировочного развития уникальных городов, в частности городов-курортов; 2) при озеленении города необходимо стремиться к созданию системы архитектур-

но-ландшафтных ансамблей общественных пространств, формировать красивые ландшафтные композиции с учётом окружающей природной и архитектурной среды; 3) большое внимание должно уделяться архитектурно-градостроительному облику объектов капитального строительства на гостевых маршрутах и главных проспектах; 4) необходим поиск новых стилистических решений зданий и сооружений, соответствующих современным достижениям, а также требованиям бережного отношения к ценным традициям и историко-культурным памятникам конкретного места; 5) при формировании комфортной городской среды важно использовать архитектурно-планировочные средства стратегического маркетинга территорий для её экономического развития.

Литература

1. Аланья [Электронный ресурс] Путешествия по Европе. — Режим доступа: <https://traveller-eu.ru/alanya> (дата обращения 11.11.2024).
2. Аланья город в Турции — описание, плюсы и минусы [Электронный ресурс] Copyright. — Режим доступа: <https://seahomer.ru/turciya/alaniya> (дата обращения 11.11.2024).
3. Аланья – город, в котором чувствуешь себя как дома [Электронный ресурс] «Ataberk Estate» - недвижимость в Турции. — Режим доступа: <https://www.ataberkestate.com/articles/alaniya-gorod-v-kotorom-chuvstvuesh-sebya-kak-doma> (дата обращения 11.11.2024).
4. Аланья расскажет историю Турции от античности до современности [Электронный ресурс] Maxhome Invest. Недвижимость в Аланьи, Турция. — Режим доступа: https://maxhomeinvest.ru/ru/articles/historical_alanya (дата обращения 11.11.2024).
5. Бычкова, Т.Д. Анализ типологических отличительных черт городов-курортов Турции (Ризе, Трабзон, Анталия, Каш, Аланья). 2021 / Наука, образование и экспериментальное проектирование. С. 153-155.
6. Долинская И. М., Новикова К. Э. Типология приморских курортных городов побережья средиземного и черного моря // Universum: технические науки. 2022. №3-2 (96). С 63-69.

7. Котлер, Ф. Основы маркетинга Краткий курс Пер с англ. – М Издательский дом «Вильямс», 2007. – 656 с.
8. Куксова И. В., Певнева Д. М. Исследование туристического потенциала Анталийского побережья Турции // Сервис в России и за рубежом. 2014. №7 (54). С 120-129.
9. Панкрухин, А.П. Маркетинг территорий 2-е изд, дополн.- СПб Питер, 2006. – 416 с.
10. Путеводитель по красочному и историческому Старому городу Аланьи — все, что нужно знать для незабываемого отдыха [Электронный ресурс] Сайт инвестиционной недвижимости. — Режим доступа: <https://rossinskiy-park.ru/putevoditel-po-krasochnomu-i-istoricheskomu-staromu-gorodu-alani-vse-chto-nuzhno-znat-dlya-nezabyvaemogo-otdyha/> (дата обращения 11.11.2024).
11. Хорохова, Е.В. Формирование понятия «архитектурно-пространственный маркетинг». Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Т. 18. № 4. С. 11-17.
12. Об утверждении Стратегии пространственного развития до 2025 года [Электронный ресурс] Правительство Российской Федерации. URL: <http://government.ru/docs/35733/> (дата обращения 16.06.2023).
13. Статья старый город в Алании [Электронный ресурс] Туристер. — Режим доступа: <https://www.tourister.ru/world/asia/turkey/city/alanya/placeofinterest/38824> (дата обращения 11.11.2024).
14. Федеральный проект «Формирование комфортной городской среды» национального проекта «Жильё и городская среда» [Электронный ресурс] Комфортная городская среда и ЖКХ. — Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/natsionalnyy-proekt/natsionalnyy-proekt-zhilye-i-gorodskaya-sreda/> (дата обращения 16.06.2023).
15. Alanya Belediyesi Resmi Web Sitesi [Электронный ресурс] Alanya belediyesi bilgi işlem müdürlüğü - her hakkı saklıdır. — Режим доступа: <https://www.alanya.bel.tr/> (дата обращения 16.06.2023).
16. Discover Alanya: A Blend of History and Natural Wonders [Электронный ресурс] Coral Group Hotels. — Режим доступа: <https://sevenseshotels.com/news-blog-events/discover-alanya>
17. Everything About Alanya's Old Town: How To Get There? What's Around and All [Электронный ресурс] Tripventura-Digital Solutions by Tiyogo. — Режим доступа: <https://tripventura.com/blogs/alanya/everything-about-alanyas-old-town-how-to-get-there-whats-around-and-all> (дата обращения 11.11.2024).
18. Haritalar [Электронный ресурс] alanyalovers.com. — Режим доступа: <https://www.alanyalovers.com/tr/liste/sidebar-anasayfa-resim-linkler/alanya-haritalari> (дата обращения 11.11.2024).
19. Herkes İçin Alanya - Engelsiz Turizm Kenti Alanya [Электронный ресурс] Herkes İçin Alanya - Alanya Belediyesi Bilgi İşlem Müdürlüğü. — Режим доступа: <https://herkesicinalanya.org/> (дата обращения 11.11.2024).
20. Picstory [Электронный ресурс] Picstory. — Режим доступа: <https://picstoryhub.com/home-2/> (дата обращения 11.11.2024).

References

1. Alanya [Electronic resource] Traveling around Europe. — Access mode: <https://traveller-eu.ru/alanya> (date of access 11.11.2024).
2. Alanya city in Turkey — description, pros and cons [Electronic resource] Copyright. — Access mode: <https://seahomer.ru/turciya/alaniya> (date of access 11.11.2024).
3. Alanya is a city where you feel at home [Electronic resource] «Ataberk Estate» - real estate in Turkey. — Access mode: <https://www.ataberkestate.com/articles/alaniya-gorod-v-kotorom-chuvstvuesh-sebya-kak-doma> (date of access 11.11.2024).
4. Alanya will tell the history of Turkey from antiquity to modern times [Electronic resource] Maxhome Invest. Real estate in Alanya, Turkey. - Access mode: https://maxhomeinvest.ru/articles/historical_alanya (date of access 11.11.2024).
5. Bychkova, T.D. Analysis of typological distinctive features of resort towns in Turkey (Rize, Trabzon, Antalya, Kas, Alanya). 2021 / Science, education and experimental design. P. 153-155.
6. Dolinskaya I. M., Novikova K. E. Typology of seaside resort towns on the Mediterranean and Black Sea coast // Universum: technical sciences. 2022. No. 3-2 (96). P. 63-69.

7. Kotler, F. Fundamentals of Marketing Brief course Translated from English. – M Publishing house “Williams”, 2007. – 656 p.
8. Kuksova I. V., Pevneva D. M. Study of the tourist potential of the Antalya coast of Turkey // Service in Russia and abroad. 2014. No. 7 (54). P. 120-129.
9. Pankrukhin, A. P. Marketing of territories 2nd ed., supplemented. - St. Petersburg Piter, 2006. – 416 p.
10. Guide to the colorful and historical Old Town of Alanya - everything you need to know for an unforgettable vacation [Electronic resource] Investment real estate website. — Access mode: <https://rossinskiy-park.ru/putevoditel-po-krasochnomu-i-istoricheskomu-staromu-gorodu-alani-vse-chto-nuzhno-znat-dlya-nezabyvaemogo-otdyha/> (date of access 11.11.2024).
11. Khorokhova, E.V. Formation of the concept of “architectural and spatial marketing”. Bulletin of the South Ural State University. Series: Construction and architecture. 2018. Vol. 18. No. 4. Pp. 11-17.
12. On approval of the Strategy for spatial development until 2025 [Electronic resource] Government of the Russian Federation. URL: <http://government.ru/docs/35733/> (date of access 16.06.2023).
13. Article old town in Alanya [Electronic resource] Turister. — Access mode: <https://www.tourister.ru/world/asia/turkey/city/alanya/placeofinterest/38824> (date of access 11.11.2024).
14. Federal project “Formation of a comfortable urban environment” of the national project “Housing and urban environment” [Electronic resource] Comfortable urban environment and housing and communal services. — Access mode: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/natsionalnye-proekty/natsionalnyy-proekt-zhilye-i-gorodskaya-sreda/> (date of access 16.06.2023).
15. Alanya Belediyesi Resmi Web Sitesi [Electronic resource] Alanya belediyesi bilgi işlem müdürlüğü - her hakkı saklıdır. — Access mode: <https://www.alanya.bel.tr/> (access date 16.06.2023).
16. Discover Alanya: A Blend of History and Natural Wonders [Electronic resource] Coral Group Hotels. — Access mode: <https://sevenshoteles.com/news-blog-events/discover-alanya> (access date 11.11.2024).
17. Everything About Alanya’s Old Town: How To Get There? What’s Around and All [Electronic resource] Tripventura - Digital Solutions by Tiyogo. — Access mode: <https://tripventura.com/blogs/alanya/everything-about-alanyas-old-town-how-to-get-there-whats-around-and-all> (access date 11.11.2024).
18. Haritalar [Electronic resource] alanyalovers.com. — Access mode: <https://www.alanyalovers.com/tr/liste/sidebar-anasayfa-resim-linkler/alanya-haritalari> (access date 11.11.2024).
19. Herkes İçin Alanya - Engelsiz Turizm Kenti Alanya [Electronic resource] Herkes İçin Alanya - Alanya Belediyesi Bilgi İşlem Müdürlüğü. — Access mode: <https://herkesicinalanya.org/> (access date 11.11.2024).
20. Picstory [Electronic resource] Picstory. — Access mode: <https://picstoryhub.com/home-2/> (access date 11.11.2024).

Хорохова Е.В.,

Соискатель кафедры «Архитектура», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, пр-т Ленина 76. E-mail: l.z.1990@bk.ru

Khorokhova E.V.,

Applicant for the Department of Architecture, South Ural State University, Chelyabinsk, Lenin Ave. 76. E-mail: l.z.1990@bk.ru

Колясников В.А.,

доктор архитектуры, профессор, Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алферова, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: kolyasnikov_viktor@mail.ru

Kolyasnikov V.A.,

Doctor of Architecture, Professor, Ural State University of Architecture and Art named after N.S. Alferov, c. Yekaterinburg, Russia. E-mail: kolyasnikov_viktor@mail.ru

Поступила в редакцию 18.10.2024

ЭМОЦИОНАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ АРХИТЕКТУРЫ НА ЧЕЛОВЕКА

С учетом исторических примеров эмоционально-психологического воздействия архитектуры на человека рассмотрены современные приемы и средства выразительности, позволяющие создавать яркие в образном отношении архитектурные объекты, вызывающие сильные впечатления у зрителя. Произведена их классификация в соответствии с поставленными задачами, определяемыми назначением здания и концептуальным замыслом автора.

Актуальность темы исследования не вызывает сомнений в связи с тенденциями утраты архитектурой позиций одного из ведущих видов пластического искусства.

Цель исследования – развитие профессионального мышления студентов и специалистов в области архитектуры и дизайна с целью повышения художественной выразительности архитектурной среды и точности ее соответствия назначению.

На основе нескольких примеров, производящих противоположные впечатления на человека, продемонстрированы широкие возможности целенаправленного творческого метода, которым всегда пользовались мастера архитектуры. Этот метод, кроме всего прочего, включает в себя такие базовые понятия, как ритм, пропорции, динамичность и статичность формы, пространственность и массивность, пластические характеристики, особенности материала, цвета и фактуры.

Задачи исследования – рассмотреть особенности формообразования наиболее выразительных архитектурных объектов, понять связь используемых композиционных приемов с задачами эмоционально-психологического воздействия на человека.

В дальнейшем предполагается углубить исследование методических приемов, позволяющих развивать формирование в профессиональной среде осознанный подход к поиску тех композиционных средств выразительности, которые позволят наиболее точно спрогнозировать эмоционально-психологическое воздействие объекта проектирования на зрителя. Использован метод сравнительного анализа архитектурных памятников.

Кроме того, очевидна необходимость более тонкого исследования этого воздействия на основе социальной дифференциации потребителя, его возрастных и профессиональных особенностей, национального менталитета.

Ключевые слова: архитектура, дизайн архитектурной среды, эмоционально-психологическое воздействие, формообразование, композиционные средства выразительности.

EMOTIONAL AND PSYCHOLOGICAL IMPACT ARCHITECTURE PER PERSON

Taking into account historical examples of the emotional and psychological impact of architecture on a person, modern techniques and means of expression are considered, allowing for creating vivid architectural objects in a figurative way that cause strong impressions on the viewer. Their classification was carried out in accordance with the

tasks set, determined by the purpose of the building and the conceptual idea of the author.

The relevance of the research topic is beyond doubt due to the trends of architecture losing its position as one of the leading types of classical art.

The purpose of the research is to develop the professional thinking of students and specialists in the field of architecture and design in order to increase the artistic expressiveness of the architectural environment and the accuracy of its compliance with the purpose.

Based on several examples that produce opposite effects on a person, the wide possibilities of a purposeful creative method, which has always been used by architectural masters, are demonstrated. This method, among other things, includes such basic concepts as rhythm, proportions, dynamism and static form, spatiality and massiveness, plastic characteristics, features of material, color and texture.

The objectives of the study are to consider the features of the formation of the most expressive architectural objects, to understand the connection of the used compositional techniques with the tasks of emotional and psychological impact on a person.

In the future, it is planned to deepen the study of methodological techniques that allow developing a conscious approach in the professional environment to the search for those compositional means of expression that will most accurately predict the emotional and psychological impact of the design object on the viewer. The method of comparative analysis of architectural monuments has been used.

In addition, there is an obvious need for a more nuanced study of this impact based on the social differentiation of the consumer, his age and professional characteristics, and national mentality.

Keywords: *architecture, design of the architectural environment, emotional and psychological impact, shaping, compositional means of expression.*

Архитектура на протяжении тысячелетий являлась мощным средством воздействия на человека, оказывающим влияние на его мысли и чувства, устремления и действия. Этими возможностями активно пользовались светские и церковные власти, обладающие материальными ресурсами, позволяющими создавать грандиозные сооружения – дворцы и соборы, парламенты и заводы, театры и мемориальные комплексы.

Кроме впечатляющих масштабов и доминирующего положения в ландшафте или городской среде, во все времена зодчие использовали профессиональный инструментарий – пропорции, ритм, пластику формы, цвет и фактуру материала. Именно благодаря этому они достигали результатов, продолжающих и по сей день производить потрясающее впечатление на зрителя [1].

Современные архитекторы, используя сложившиеся традиционные приемы, находят новые возможности и применяют их. Некоторые из них обеспечиваются техническим прогрессом, другие же основаны на изменениях мировосприятия человека в XX-начале XXI веков.

Подавление – возвышение. Здание информационного центра Олимпиады Digital Beijing в г. Пекин, КНР, производит впечат-

ление неприступной крепости с узкими бойницами (рис. 1а). Проект разработан студией Пэй-Чжу в 2005 г. Возникают ассоциации с тюрьмой, на память приходит образ знаменитой Бастилии. Это впечатление достигается устойчивыми пропорциями, ощущением монолитной тяжелой массы, разрезанной монотонным ритмом узких членений. Фактура и серый оттенок материала усугубляют чувство подавленности [17, 18].

Противоположные чувства вызывает здание Хрустального собора в г. Гарден-Гров, США, 1980 г., автором которого является архитектор Ф. Джонсон (рис. 1б). Ощущение легкости, подъема, взлета достигается вертикальными пропорциями, обеспечивающими зрительную динамику, поддержанную сложным пульсирующим ритмом. Металл и стекло, выбранные в качестве материала, усиливают образ стремительно взмывающего ввысь фонтана.

Ограничение – раскрепощение. Здание компании Ллойд архитектора Р. Роджерса в г. Лондон, Великобритания, 1986 г. представляется собой образец порядка и логики, выполненной из стекла и полированной стали, где нет места сентиментальности, а есть лишь холодный расчет. Любое нарушение правил исключено [3, 4, 5]. Стройные пропорции,



Рис. 1. Примеры приема «подавление – возвышение»: а – центр Олимпиады в г. Пекин, КНР. Студия Пэй-Чжу. 2005 г.; б – хрустальный собор в г. Гарден-Гров, США. Арх. Ф. Джонсон. 1980 г.

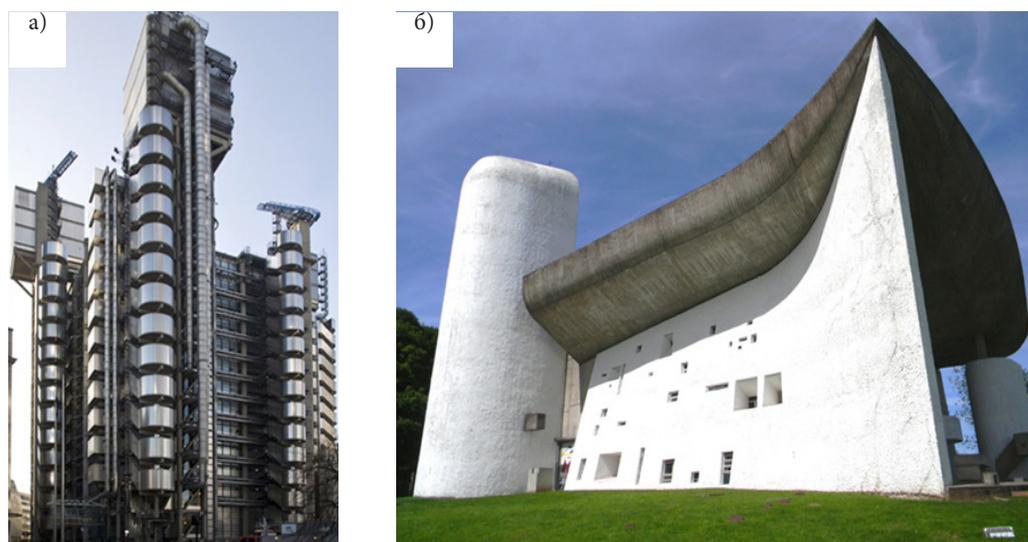


Рис. 2. Примеры приема «ограничение – раскрепощение»: а – здание компании Ллойд. Арх. Р. Роджерс в г. Лондон, Великобритания. 1986 г.; б – церковь Нотр-Дам-дю-О в Роншане, Франция. Арх. Ле Корбюзье. 1955 г.

четкий ритм, динамичное движение вверх создают впечатление огромного механизма, не лишенным сухой элегантности (рис. 2а).

Противопоставлением ему может служить церковь Нотр-Дам-дю-О в Роншане, Франция, 1955 г. Автор архитектор Ле Корбюзье. Здесь прямая линия – исключение [6, 7]. Правила, казалось бы, отсутствуют в принципе. Чувство, интуиция, озарение. Формы, материалы, фактуры и цвета контрастируют. Ритм сложен и на первый взгляд хаотичен (рис. 2б).

Приземление – окрыление. И вновь ассоциации с фортификационным сооружением. Институт менеджмента – цитадель знания, оплот управления (рис. 3а). Символ стабильности и практичности. Тяжелые статичные пропорции, медленный ритм кубов, цилинд-

ров и полуциркульных арок. Земляной оттенок красноватой кирпичной кладки [19].

По контрасту с этим примером – белые крылья, парящие на фоне голубого неба. Легкий стремительный ритм натянутых струн, напоминающих арфу, вызывает романтическое мироощущение. Белые ванты моста в Валенсии, Испания, напоминают такелаж парусника (рис. 3б). Это – образы свободы и движения [2].

Эти архитектурные объекты словно воплощают в себе пластические темы тяжести и легкости, массивности и пространственности, являясь наглядной иллюстрацией к законам архитектурной пропедевтики [6, 8, 9].

Успокоение – возбуждение. Порядок, неподвижность, тихая гармония, медленный ритм горизонталей. Дом Роби – словно во-

площине покоя, остановившегося времени (рис. 3а). Нюансы пропорций прямоугольных блоков, чередующихся с нишами и проемами – все это в целом вызывает чувство покоя.

И рядом – хаос обрывков поверхностей,

динамично kloкочущих в бешеном ритме танца (рис. 3б). Знаменитый Музей в Бильбао возбуждает зрителя и вызывает в его воображении огромную, бьющуюся в сети рыбу [10-13].

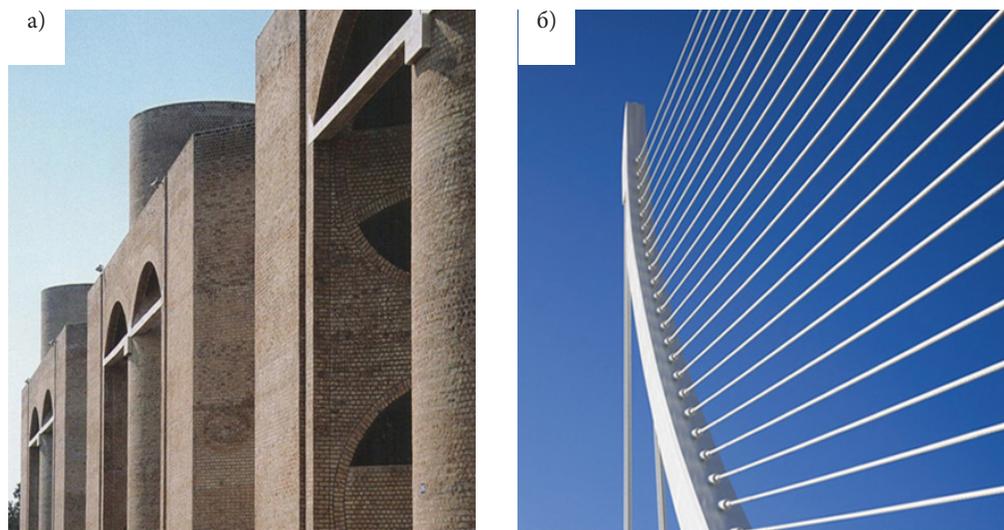


Рис. 3. Примеры приема «приземление – окрыление»: а – институт менеджмента. Ахмадабад, Индия. Арх. Л. Кан. 1974 г.; б – мост. Валенсия, Испания. Арх. С. Калатрава. 2008 г.

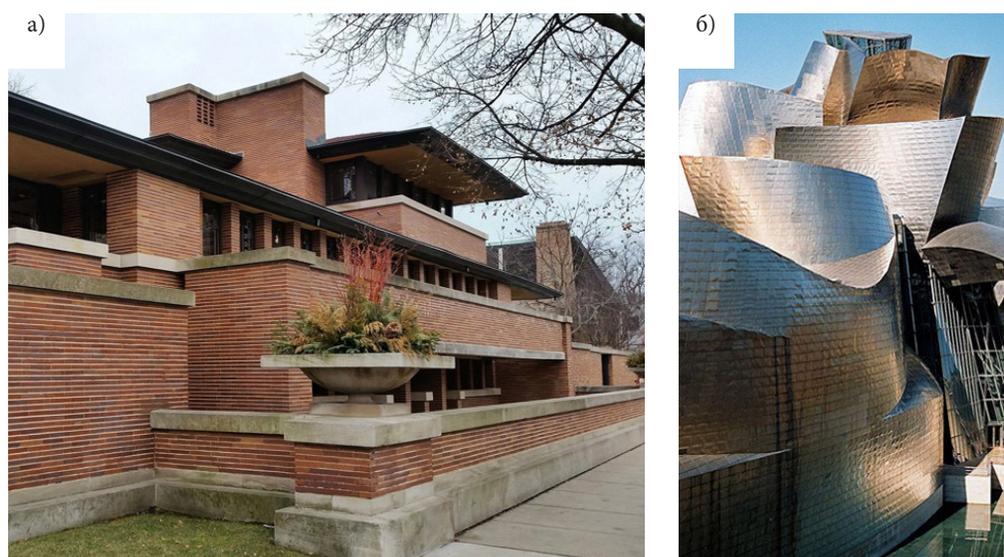


Рис. 4. Примеры приема «успокоение – возбуждение». а – дом Роби. Чикаго, США. Архитектор Ф.Л. Райт. 1910 г. б – музей Гугенхайма. Бильбао, Испания. Архитектор Ф. Гери. 1997 г.

Заключение

Рассмотренные примеры эмоционально-психологического воздействия современной архитектуры на человека, где наше внимание было прежде всего сосредоточено на формальных особенностях архитектур-

ного объекта и тех ассоциациями, которые они вызывают у зрителя, свидетельствуют о неисчерпаемых возможностях архитектора и дизайнера архитектурной среды, стремящихся в полной мере использовать свой профессиональный инструментарий [14, 15, 16].

Литература

1. Приемы композиции// studbooks: электронный журнал. 2015. URL: https://mobile.studbooks.net/2330110/nedvizhimost/priemy_kompozitsii (дата обращения 11.09.2023).

2. Karissa Rosenfield: How Santiago Calatrava blurred the lines between architecture and engineering to make buildings move // ArchDaily. – URL: <https://www.archdaily.com/321403/how-santiago-calatrava-blurred-the-lines-between-architecture-and-engineering-to-make-buildings-move> (date of access 12.10.2023).
3. Паркер, Д. What Is Composition In Architecture? // Architecture: network log. URL: <https://www.architecturemaker.com/what-is-composition-in-architecture/> (дата обращения: 19.09.2023).
4. Architecture composition // arcisoup: network log. URL: <https://www.archisoup.com/architecture-composition> (дата обращения: 21.09.2023).
5. Sponsored Content: When Design Meets Functionality in Façades: High-Tech Aluminium Surfaces // ArchDaily. – URL: <https://www.archdaily.com/969872/when-design-meets-functionality-in-facades-high-tech-aluminium-surfaces> (date of access 18.10.2023).
6. Patterns of architectural composition // Architectural life: network log. URL: <https://architecturallife.com/patterns-of-architectural-composition/> (дата обращения: 21.09.2023).
7. Архивы Хай-тек – sketchline. – URL: https://thesketchline.com/authors_cat/xaj-tek/ (дата обращения 11.11.2023).
8. Бабаев А. И. Хай-тек // А. И. Бабаев [Электронный ресурс] // Архитектурный альманах Корпус. – URL: <https://cih.ru/k2/xt1.html> (дата обращения 8.10.2023).
9. Басова М. П., Загребина Е. Н., Познякова М. И. Биоморфная архитектура хундерт-вассера // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018006925> (дата обращения 29.10.2023).
10. Белоголовский В. Органический хай-тек [Электронный ресурс] // Архитектурный вестник: Электрон. науч. ж. – URL: <https://archi.ru/press/world/5819/muzeikuinsa> (дата обращения 4.11.2023).
11. Возвышаева Т. И. Хай-тек – рождение стиля // Т. И. Возвышаева // современная архитектура мира. – URL: <http://www.niitiag.ru/file/2174> (дата обращения 3.10.2023).
12. Иконников А. В. Зарубежная архитектура: От «новой архитектуры» до постмодернизма / А. В. Иконников. – М.: Стройиздат, 1982. – С. 65-177.
13. Кажарова З. В. Хай-тек в архитектуре и дизайне // Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – 2017. – URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017039830> (дата обращения 7.10.2023).
14. Канестри И. Европейские ценности. Современная архитектура и дизайн Германии, Франции, Италии, Великобритании, Испании, Нидерландов, Австрии и Скандинавских стран // Цикл лекций Илектры Канестри в ММОМА: Москва, 19 января 2023 г. – URL: <https://archi.ru/events/20246/evropeiskie-cennosti-sovremennaya-arkhitektura-i-dizain-germanii-francii-italii-velikobritanii-ispanii-niderlandov-avstrii-i-skandinavskikh-stran> (дата обращения 17.10.2023).
15. Некрасов А.И. Теория архитектуры. М: Стройиздат, 1994. – 480 с.
16. Перекальский А. Современные стили архитектуры: био-тек [Электронный ресурс] // Каталог сайтов – 2017. – URL: <https://ma-architects.ru/blog/tpost/17164npgrysovremennie-stili-arhitekturi-bio-tek> (дата обращения 27.10.2023).
17. Рагон М. Города будущего / Пер. с фр. В. Г. Калиша и Ж. С. Розенбаума. Под ред. канд. архитектуры Д. Б. Хазанова. Предисл. канд. архитектуры И. М. Смоляра. – Москва: Мир, 1969. – 295 с.
18. Смирнов А. От конструктивизма к хай-теку, или от «Аркигрэм» к Помпиду миллениуму // Лекторий конкурса группы ЦДС и журнала «Проект Балтия»: лекторий, Санкт-Петербург, 5 декабря 2019 г. – URL: https://totalarch.com/arhproekt_2019/anton_smirnov?page=1/anton_smirnov?page=1 (дата обращения 10.11.2023).
19. Шубенков М. В. Структурные закономерности архитектурного формообразования: учебное пособие для вузов по направлению «Архитектура» / М. В. Шубенков. – М.: Архитектура-С, 2006. – С. 109-136.
20. Чернышев О. В. Формальная композиция: Творческий практикум по основам дизайна / О.В. Чернышев. – Минск: Харвест, 1999. – 312 с.

References

1. Techniques of composition// studbooks: electronic journal. 2015. URL: https://mobile.studbooks.net/2330110/nedvizhimost/priemy_kompozitsii (accessed 11.09.2023)
2. Karissa Rosenfield: How Santiago Calatrava blurred the lines between architecture and engineering to make buildings move // ArchDaily. – 2013. – 20 January. – URL: <https://www.archdaily.com/321403/how-santiago-calatrava-blurred-the-lines-between-architecture-and-engineering-to-make-buildings-move> (date of access 12.10.2023)
3. Parker, D. What Is Composition In Architecture? // Architecture: network log. 2023. URL: <https://www.architecturemaker.com/what-is-composition-in-architecture/> (date of access: 09/19/2023)
4. Architecture composition // arcisoup: network log. 2023. URL: <https://www.archisoup.com/architecture-composition> (date of application: 09/21/2023)
5. Sponsored Content: When Design Meets Functionality in Façades: High-Tech Aluminium Surfaces // ArchDaily. – 2023. – 13 April. – URL: <https://www.archdaily.com/969872/when-design-meets-functionality-in-facades-high-tech-aluminium-surfaces> (date of access 18.10.2023)
6. Patterns of architectural composition // Architectural life: network log. 2023. URL: <https://architecturallife.com/patterns-of-architectural-composition/> (date of address: 09/21/2023)
7. Hi-tech Archives – sketchline - https://thesketchline.com/authors_cat/xaj-tek/ (accessed 11.11.2023)
8. Babaev A. I. Hi-tech// A. I. Babaev [Electronic resource]// Architectural almanac Corpus. – 2018. – URL: <https://cih.ru/k2/xt1.html> (accessed 8.10.2023)
9. Basova M. P., Zagrebina E. N., Poznyakova M. I. Biomorphichitecture of hundertwasser // Materials X International Student Scientific Conference “Student Scientific Forum”. – 2018. – URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018006925> (accessed 29.10.2023)
10. Belogolovsky V. Organic hi-tech [Electronic resource] // Architectural bulletin: Electron. scientific. zh. – 2008. – URL: <https://archi.ru/press/world/5819/muzei-kuinsa> (accessed 4.11.2023)
11. Vysozaeva T. I. Hi-tech – the birth of style// T. I. Vysozaeva// modern architecture of the world. – 2019. №2 (13) 2019. - <http://www.niitiag.ru/file/2174> (accessed 3.10.2023)
12. Ikonnikov A.V. Foreign architecture: From “new architecture” to postmodernism / A.V. Ikonnikov. – M.: Stroyizdat, 1982. – pp. 65-177.
13. Kazharova Z. V. High-tech in architecture and design // Proceedings of the IX International Student Scientific Conference “Student Scientific Forum”. – 2017. – URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017039830> (accessed 7.10.2023)
14. Kanestri I. European values. Modern architecture and design in Germany, France, Italy, Great Britain, Spain, Netherlands, Austria and Scandinavian countries // Lecture series by Ilektra Kanestri at MMOMA: Moscow, January 19, 2023 – URL: <https://archi.ru/events/20246/evropeiskie-cennosti-sovremennaya-arkhitektura-i-dizain-germanii-francii-italii-velikobritanii-ispanii-niderlandov-avstrii-i-skandinavskikh-stran> (accessed 17.10.2023)
15. Nekrasov, A.I. Theory of architecture. Moscow: Stroyizdat, 1994. – 480 p.
16. Perekalsky A. Modern styles of architecture: bio-tech [Electronic resource] // Website catalog – 2017. – URL: <https://ma-architects.ru/blog/tpost/17l64npgrgy-sovremennie-stili-arhitekturi-bio-tek> (accessed 10/27/2023)
17. Ragon M. Cities of the future. – M.: Publishing house “Mir”, 1969. – pp. 7-9.
18. Smirnov A. From constructivism to high-tech, or from “Arkigram” to Pompidou Millennium // Lecture hall of the CDU group and the magazine “Project Baltia”: lecture hall, St. Petersburg, December 5, 2019 – URL: https://totalarch.com/arhproekt_2019/anton_smirnov?page=1 (accessed 10.11.2023)
19. Shubenkov M. V. Structural patterns of architectural form education: a textbook for universities in the field of Architecture / M. V. Shubenkov. - M.: Architecture–C, 2006. - pp. 109-136.
20. Chernyshev, O.V. Formal composition. Moscow: Harvest, 1999. – 255 p.

Аликеева А.В.

Студент кафедры «Архитектура», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: alikeewa2016@yandex.ru

Ли И.С.

Доцент кафедры «Архитектура», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: lee1954@yandex.ru

Alikeeva A.V.

Student of Architecture, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: alikeewa2016@yandex.ru

Lee I.S.

Docent of Architecture, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: lee1954@yandex.ru

Поступила в редакцию 27.10.2024

Черепанов Н.В., Шабиев С.Г.

АРХИТЕКТУРНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОТНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ АКТИВНОЙ ЭКОЛОГИЧНОСТИ

Рассматриваются особенности архитектурного формирования высотных общественных зданий на основе активной экологичности с учётом актуальной проблемы развития экологизации архитектурно-строительной науки.

Цель исследования состоит в выявлении основных закономерностей активной экологичности с разработкой экспериментального проекта высотного общественного здания.

Основными задачами являются: определение тенденций в проектировании экологичных зданий; применение полученных результатов в проектном предложении по формированию высотного общественного здания; создание единой системы экологичности здания, формирование природно-техногенной структуры.

В работе используются современные методы архитектурной науки, включающие комплексное исследование и научное обобщение мирового опыта экологического строительства, многовариантное проектирование, выбор оптимального варианта проектного решения высотного общественного здания на основе активной экологичности.

Экспериментальный проект высотного общественного здания удовлетворяет градостроительным требованиям и образно-художественному решению современных зданий. На основе анализа выдающихся примеров экологического строительства из мирового опыта выявлены и реализованы в экспериментальном проекте основные подходы, преобладающие в экологическом строительстве. Структура здания представляет собой два стройных, устремлённых вверх объёма, объединённых общим стилобатом. Территория комплекса благоустроена с расположением на ней сквера и павильонов-«холмов» с эксплуатируемой озеленённой кровлей. Экологическая система общественного здания отвечает принципу автономизации за счёт повышения замкнутости техногенных циклов. Особенностью здания является формирование сбалансированной природно-техногенной структуры, являющей «зелёную вертикаль» здания, и замкнутой системы экологичности.

Ключевые слова: *экспериментальный проект, системы активной экологичности зданий, природно-техногенная структура, энергоэффективные здания, высотные общественные здания.*

Cherepanov N.V., Shabiev S.G.

ARCHITECTURAL FORMATION OF HIGH-RISE PUBLIC BUILDINGS BASED ON ACTIVE ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS

The article considers the features of energy formation of public high-rise buildings based on active environmental friendliness, taking into account the current problems of developing the greening of hardware and construction science.

The purpose of the study is to determine the basic principles of active environmental friendliness with the development of an experimental project of a high-rise public building.

The main objectives are: determining the direction in the design of environmentally friendly buildings; applying the results in the proposed project for the formation of a high-rise public building; creating a unified system of environmental friendliness of the building, creating a natural-technogenic structure.

The work uses modern methods of electromagnetic science, including comprehensive research and scientific generalization of the world experience of environmental construction, multi-variant design, selection of regional design solutions for a high-rise public building based on active environmental friendliness.

The experimental project of a high-rise public building meets urban planning requirements and the figurative and artistic solution of modern buildings. Based on the analysis, examples of environmental developments from world experience are given, the main approaches prevailing in environmental construction identified and implemented in the experimental project. The building structure is two slender, upward-striving volumes united by a common stylobate. The territory of the complex is landscaped with a park and pavilions- "hills" with a powerful green roof. The ecological system of the public building meets the principle of autonomy by reducing the closure of technogenic cycles. The peculiarity of the building facade is a balanced natural-technogenic structure, representing the "green vertical" of the building, and a closed system of environmental friendliness.

Keywords: *experimental project, systems of active environmental friendliness of buildings, natural and man-made structure, energy-efficient buildings, high-rise public buildings.*

В условиях глобального изменения климата и ухудшения экологической ситуации архитектурное формирование высотных общественных зданий с учетом природоохранных требований приобретает особое значение. Рост численности городского населения и интенсификация урбанистических процессов ставят перед архитекторами и градостроителями новые вызовы. Основной из них – создание комфортной и экологически устойчивой среды обитания, которая минимизирует негативное воздействие на окружающую среду и способствует улучшению качества жизни людей. Принципы активной экологичности становятся ключевыми в проектировании современных высотных зданий, являясь основой для гармоничной интеграции здания в окружающую среду.

Экологическая архитектура, которая ранее называлась «архитектурная экология» и ее родоначальником является итальянский архитектор П. Солери, находится в авангарде архитектурно-строительной науки как одно из наиболее прогрессивных и востребованных направлений проектирования зданий. Человечество на протяжении всей своей истории ощущало неразрывную связь с природой, находя её источником вдохновения, силы и самой жизни, проявляя одновременно и заботу об окружающей среде, и стремясь использовать во благо силы природы. Экологическое проектирование имеет глубо-

кие исторические корни, уходящие в глубину веков.

Уже в Древнем Египте, более 5000 лет назад, создавались гидротехнические сооружения, такие как плотины Кошиш и Садд-Кафара на реке Вади-Гарави [1]. Знаменитые висячие сады Семирамиды, датируемые XVII веком до н.э., входящие в античный список Семи чудес света, задолго опередили применение особо популярных сейчас вертикальных садов, что говорит о том, что уже тогда человек хотя бы задумывался о создании таких природно-техногенных структур. Со времён Средневековья человек уделял серьёзное внимание изменению ландшафта за счёт возведения природно-техногенных структур на практике: за счёт сооружения валов, дамб и иных гидротехнических сооружений голландцы создали новое чудо света – нидерландские польдеры, отвоевав у моря существенную часть территории своей страны.

Значительные меры по рациональному использованию природных ресурсов были впервые предприняты Петром Великим. В период с 1725 по 1801 годы было издано более 140 законов, а в XIX веке их количество увеличилось до 300 [2]. В начале XIX века при Александре I был введен Лесной кодекс, который Николай I дополнил новыми положениями. Во второй половине XIX века, при Александре II, статус города предусматривал

ряд требований для создания благоприятных городских условий.

Промышленная революция XVII-XIX веков и последовавшая за ней индустриализация начала XX века способствовали резкому изменению отношению человека с природой: на первый план ставилось не гармоничное сосуществование с природой, а именно её подчинение воли человека. С массовым внедрением сначала паровых двигателей, а затем двигателей внутреннего сгорания, активной эксплуатацией углеводородов в энергетике экономическая рентабельность была в приоритете, чем экологический подход. В ходу было мнение, что человек уже победил природу и оглядываться на влияние на окружающую среду не стоит, принципы природосообразности были надолго забыты.

Одним из ярких своеобразных переломов в экологическом сознании человека явился так называемый Великий лондонский смог 1952 года, когда в ходе антициклона над городом собрался туман, содержащий, в основном, продукты сжигания угля. Во время пятидневного бедствия погибло около 12000 человек. Это событие стало одним из важнейших с точки зрения влияния на экологические исследования, правительственные действия и общественное информирование о взаимосвязи между чистотой воздуха и человеческим здоровьем [3]. Таким образом, например, в 1956 году в Великобритании был принят «Закон о чистом воздухе». В 1960-1980-х годах Советский Союз внедрил лесные, земельные и водные кодексы, что способствовало развитию экологического законодательства. С начала 1990-х годов осознание масштабов экологических проблем и целей устойчивого развития стало более отчетливым.

В контексте устойчивого развития выделяются три основных аспекта: экологический, социальный и экономический. Это подчеркивается в докладе Комиссии Гру Харлем Брунтланн «Наше общее будущее» от 1987 года, в котором говорится о важности интегрированного подхода к сохранению и развитию окружающей среды.

К 1992 году, когда в г. Рио-де-Жанейро прошла Конференция ООН по окружающей среде – «Саммит Земли», мировая общественность глубоко осознала необходимость в концепции устойчивого развития, впервые столь четко и стройно изложенной в докладе Комиссии Брунтланн. Эта идея была подхвачена учёными, лидерами ведущих государств и общественными деятелями (М. Горбачёв, Г. Коль, М. Тэтчер, Д. Буш-старший и др.), про-

возглашавших природоохранные ценности. До сих пор принятые на той Конференции документы остаются базой и генеральной стратегией природоохранного взаимодействия стран [4].

На рубеже XX-XXI веков появились первые стандарты «зелёного строительства», свидетельствовавшие об экологичности и энергоэффективности зданий. Ими стали специальные стандарты BREEAM и рейтинговая система LEED. В России же в целях адаптации вопросов «зелёного строительства» к отечественным реалиям в начале XXI века создана отечественная система GREEN ZOOM [5].

Рассматривая экологическое право, основу любого экологического законодательства, можно отметить, что его сверхзадачей, по сути, является принцип, провозглашающий снижение отрицательного влияния на окружающую среду, а в своей высшей категории – его отсутствие как реакция на современный экологический кризис, ставящий под угрозу возможность устойчивого развития человеческой цивилизации [6]. То же самое касается и экологической архитектуры. Это было учтено в процессе анализа мирового опыта, для разработки экспериментального проекта высотного общественного здания на основе активной экологичности в г. Челябинске. Исследованы наиболее выдающиеся примеры экологического строительства за рубежом и в России: «Башня Жемчужной реки» (рис. 1, а) и «Шанхайская башня» (рис. 1, б) в КНР; «Лахта-центр» (рис. 1, в) в России; «Коммерцбанк-тауэр» (рис. 1, г) в ФРГ; «Природные дома» (рис. 1, д) в Швеции; экспериментальный проект небоскрёба российского архитектурного бюро «Arch group» (рис. 1, е) и др. [7-10]. В ходе изучения аналогов были выявлены 6 основных подходов, преобладающих в экологическом строительстве: ветрогенерация, водосбережение, фото-термоаккумуляция, вертикальные сады, компостирование, рекуперация.

Анализ экологических зданий проводился по четырём характерным направлениям: экологизация в структуре плана, фасада, разреза и конкретных технологических решений здания (рис. 1). Минимизация пагубного воздействия человека на окружающую среду – это многовекторная задача. Она заключается не только в прямом снижении этого воздействия на почву, воздух, гомеостаз биома и т.п., но и в сокращении опосредованного влияния: снижении энергопотребления, повышении автономности здания, возведении его из переработанных материалов и др. За

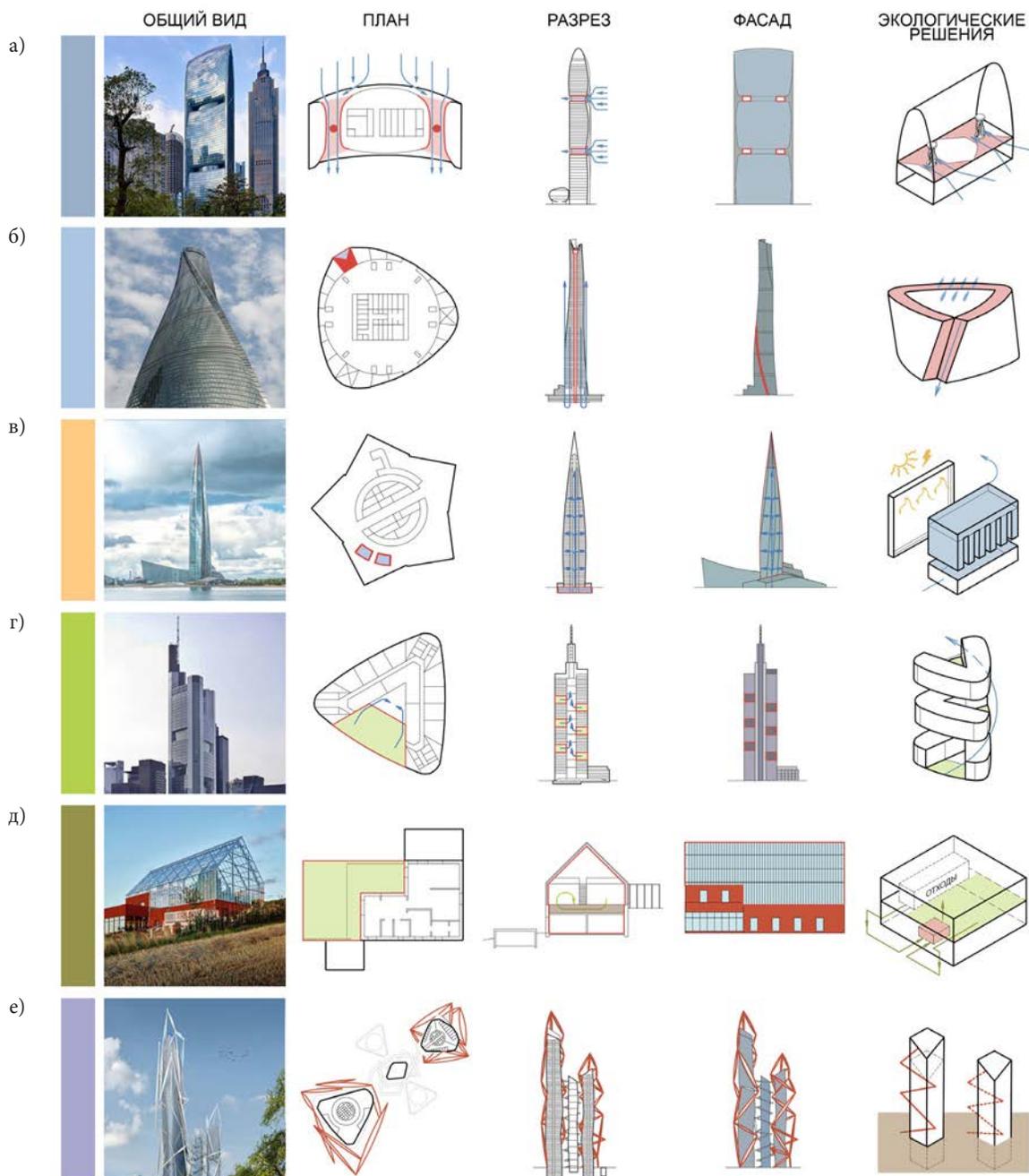


Рис. 1. Примеры экологических зданий из мировой практики, разделённые по 6 подходам: а – ветрогенерация; б – водосбережение; в – фото-термоаккумуляция; г – вертикальные сады; д – компостирование; е – рекуперация

счёт этого здание снижает нагрузку на тепловые и электрические городские сети, требует меньше применение ресурсов, использованных при его постройке и эксплуатации.

Выявленные закономерности были реализованы в экспериментальном проекте высотного общественного здания в г. Челябинске. Автором предложена схема формирования экологической структуры общественного здания, включающая 6 выявленных основных подходов, преобладающих в экологическом строительстве. В единой экологической системе необходимо было предусмотреть, как будет оптимизирована структура здания

на основе использования замкнутых технологических циклов. Формирование экологической структуры способствует сохранению природных ресурсов, улучшению качества воздуха, воды и почвы, а также созданию благоприятной атмосферы для проживания и работы людей.

Выявлено, что одним из ключевых элементов экологической структуры в энергоэффективном здании является использование экологически чистых материалов и технологий строительства, таких как природные и переработанные материалы, солнечные панели, ветряные турбины, системы

энергосбережения и водоуправления. Также важно учитывать формирование сбалансированных природно-техногенных структур (ПТС), чтобы создать естественные биотопы для растений и животных, а также повысить психологическое благополучие работников и посетителей здания.

Формирование экологической структуры в общественном здании, кроме того, способствует снижению потребления энергии и воды, уменьшению выбросов вредных веществ в атмосферу и улучшению общего состояния окружающей среды, играя, таким образом, важную роль в создании устойчивого и здорового рабочего пространства,

способствуя сохранению природных ресурсов и поддержанию экологического баланса в городской среде.

На основе изучения генплана г. Челябинска выбрана площадка в компактном сквере с расположенными в нём павильонами-«холмами» с эксплуатируемой озеленённой кровлей (рис. 2). Для максимального сохранения свободного пространства автопарковку решено сделать двухъярусной, подземной, расположенной под зданием. Структура здания представляет собой два стройных, устремлённых вверх объёма, объединённых общим стилобатом (рис. 3).

Основной особенностью здания является



Рис. 2. Схема генерального плана: 1 – проектируемое здание; 2 – благоустроенная площадь; 3, 4 – павильоны под «зелёным куполом»; 5 – крытый амфитеатр

ся формирование сбалансированной ПТС – гармоничного взаимопроникающего синтеза окружающей среды и здания – являющей «зелёную вертикаль» сооружения. Начинаясь с первого этажа крытым зимним садом, вертикальные сады поднимаются двухэтажными объёмами практически на всю высоту здания, обеспечивая небольшими «скверами» каждый рабочий этаж, и оканчиваются на отметке 121,5 м трёхъярусным «небесным садом», занимающим всю площадь этажа (рис. 4, 5).

Общая схема экологичности (рис. 5, а) здания по сути своей напоминает экосистему, где происходит обмен веществ и энергии, стремящуюся повысить свою эффективность и автономность. Это, конечно, не представляет собой полностью замкнутую структуру, но её цель заключается в повышении замкнутости циклов.

Отправная точка работы экологической системы общественного здания – сбор дождевой воды. С площади кровли проектируемого здания в районе, где расположен г. Челя-

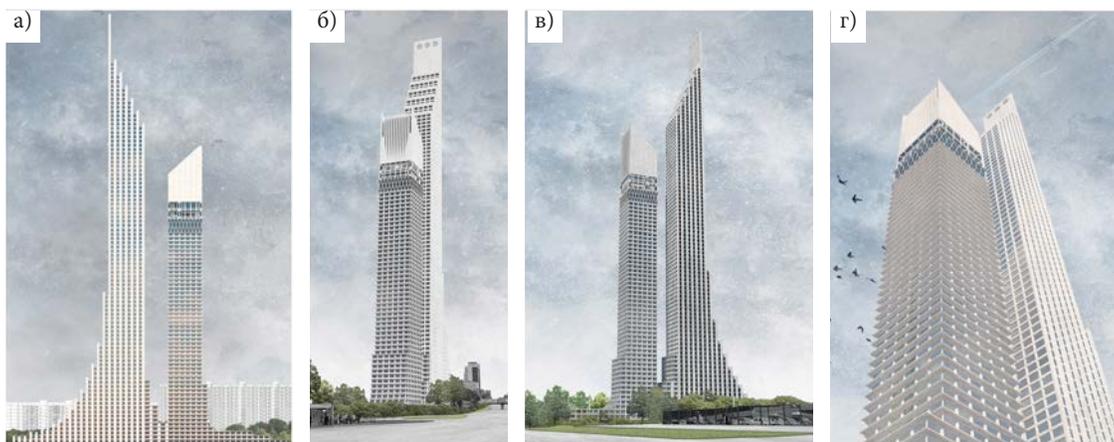


Рис. 3. Экспериментальный проект общественного здания: а – боковой фасад; б, в, г – перспективные виды



Рис. 4. Схема планировки общественного здания: а – схема плана 1-го этажа; б – схема плана типового этажа; в – схема плана на уровне «небесного сада»

бинск, можно собрать примерно 5 миллионов литров воды в год. Это немало, но составляет около 7% воды, необходимой для полива зимних садов, что эквивалентно примерно 73 миллионам литров воды в год. Кроме сбора воды, в наличии у общественного здания имеется вода, сэкономленная, не растроченная при грамотном подходе к расходованию воды. По водоводам, выступающим пилонами на фасаде здания, вода, собранная от осадков и полученная из городской сети, направляется к холодильным установкам, где охлаждается и поднимается вверх, в ре-

зервуар, являющийся частью градиентного теплоэлектрогенератора (ТЭГ).

ТЭГ работает на основе использования теплового градиента в окружающей среде для генерации электрической энергии. Принцип его работы заключается в использовании разницы температур между двумя точками в окружающей среде, например между поверхностью земли и атмосферой, для создания теплового потока.

Тепловой градиент приводит к передаче тепловой энергии через специальный материал, такой как термоэлектрический модуль,

который содержит полупроводниковые элементы. При этом происходит разделение зарядов и создание разности потенциалов, что приводит к генерации электрического тока. Электрическая энергия, полученная в результате работы градиентного термоэлектрогенератора, может быть использована для пита-

ния электронных устройств, зарядки батарей или передачи энергии в электрическую сеть. Главным преимуществом этой технологии является её эффективность и возможность использования в различных климатических условиях.

В верхней части здания располагаются

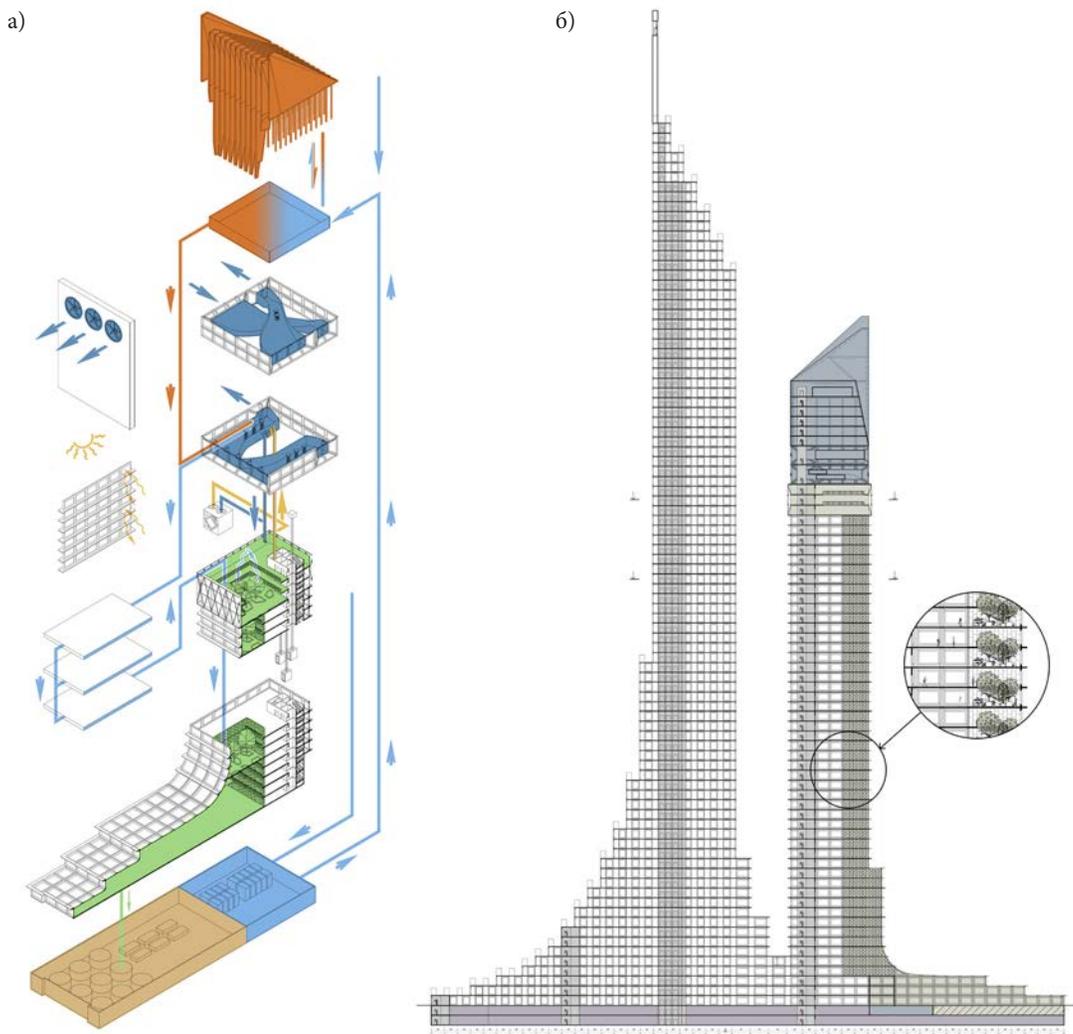


Рис. 5. Схема экологического формирования общественного здания: а – схема экологической структуры; б – схема разреза

металлические пластины треугольного сечения, архитектурно выделяющиеся на фасаде здания и являющиеся радиатором ТЭГ. Летом они выступают в роли «тёплого полюса» термоэлектрогенератора, а зимой – в роли холодного. Вода же, наоборот, летом предстаёт «холодным полюсом», а зимой – «тёплым».

Однако здание использует не только тепловое, но и ультрафиолетовое излучение солнца. В производстве окон для здания предполагается применить стёкла с использованием квантовых точек – технологии, позволяющей превратить стекло в солнечную батарею без ущерба для его светопрозрачно-

сти. Принцип работы таких батарей заключается в использовании люминесцентных солнечных концентраторов (ЛСК) на основе квантовых точек. ЛСК собирают энергию солнца и направляют свет с больших площадей на микроэлементы. Особенностью ЛСК является то, что ими можно управлять. Например, можно настроить пучок таких точек на сбор света с фиксированной длиной волны и исключении всех других волн [11]. Применение батарей на основе ЛСК позволяет использовать весь фасад здания для получения электроэнергии из УФ-излучения, при этом визуально не нагружая его. Это также

обеспечивает достаточное получение солнечного света зимними садами, благодаря размещению светопрозрачных конструкций с применением квантовых точек, в отличие от «глухих» солнечных батарей.

Вода, нагретая от работы ТЭГ, по трубкам направляется ниже, к ярусу, где расположены ветрогенераторы, сориентированные с учётом преобладающих направлений ветровых потоков в г. Челябинске. В здании ветрогенераторы представляют собой систему из трёх труб, обеспечивающие работу при направлении ветра с трёх сторон света. Работа при движении ветра с четвёртого направления обеспечивается ветрогенераторами, расположенными на соседнем здании. Трубы ветрогенераторов представляют собой системы, расширяющиеся у входа и сужающиеся у выхода. Таким образом, скорость потока воздуха увеличивается под действием закона Бернулли, что повышает эффективность работы генераторов. В каждой трубе расположены лопасти ветрогенераторов с вертикальной осью вращения.

Трубы ветрогенераторов размещены внутри здания, что позволило одновременно гармонично вписать их в архитектурный облик здания и обеспечить генерацию электричества, задействуя любое из направлений ветровых потоков. Такое решение не нагружает фасад излишним выделением «ветряков», но повышает эффективность их использования.

Нагретая вода, отработанная в ТЭГ, по системе из змеевиков втекает в трубы ветрогенераторов, где ветровые потоки отбирают у неё тепло. Охлаждённая вода направляется в систему водяного охлаждения. К тем же змеевикам, для необходимого уровня охлаждения, направляется вода, охлаждённая отработанного в льдогенераторах за ночь льда. Та же система труб ветрогенераторов обеспечивает тягу для вентиляции здания, а также свежий воздух для приточной вентиляции: за счёт пониженного давления в трубах воздух фактически вытягивается из воздухопроводов. Потоки тёплого воздуха, стремящиеся вверх, дополнительно ускоренные за счёт подсоса в трубах ветрогенераторов, вращают крыльчатки генераторов, установленных в воздухопроводах, дополнительно вырабатывая электричество [12].

Далее вода используется также для полива вертикальных зимних садов или обеспечивает технические нужды, в том числе, направляется для следующего цикла охлаждения.

Соотношение потребления воды средним деревом к испарениям, генерируемым им, равно примерно 3:1. По расчётам, как было

отмечено выше, на полив зимних садов будет уходить примерно 73 миллиона литров воды в год. Таким образом, за счёт осаднения влаги, выделяемой деревьями, можно получить 21 миллион литров. Всего на осаднении испарений и сборе осадков можно сэкономить около 26 миллионов литров воды. Таким образом, только от сбора воды, не считая экономного использования, ей можно обеспечить более трети потребности в воде зимних садов.

Наличие вертикальных зимних садов, легко различимых с земли, визуально подчёркивает экологичность общественного здания и влияет на архитектурное качество фасадов. Они также повышают комфорт офисной среды для сотрудников, чьи рабочие места расположены в здании. В высотных сооружениях этот вопрос наиболее актуален, так как работники, в основном, проводят весь свой рабочий день, не выходя из него, что требует преобразование офисных пространств из «мануфактурного» типа в офисы «как дома», создание универсального пространства для продуктивной работы на протяжении почти 24 часов [13]. Каждый этаж обеспечен уголком живой природы, оказывая положительное влияние на эмоциональное состояние человека. Кроме того, вертикальное размещение зимних садов позволяет обеспечить площадь зелёных насаждений, многократно превышающую её проекцию на поверхность земли.

Живые растения производят органические остатки жизнедеятельности. Только от деревьев за год можно получить около 50 тысяч килограммов листьев, плодов, коры. Органические остатки будут направлены на нижний уровень, в биореактор для выработки биогаза. В среднем, в таком биореакторе соотношение органики к выделяемому из неё метану составляет 1:5. Таким образом, из 50 тонн органики, что эквивалентно примерно 160 кубометрам, можно получить около 800 кубометров биогаза только на остатках жизнедеятельности деревьев. Из перебродившей массы в последующем формируется компост, используемый для удобрения растений в садах.

Биогаз, полученный путём брожения в биореакторах, направляется на работу льдогенераторов, расположенных там же, или отопление здания, что способствует повышению энергетической автономности здания, снижая его зависимость от традиционных источников энергии и сокращая расходы на его обогрев и электроснабжение. Льдогенераторы – часть системы фото-термоаккумуля-

ляции, повышающей автономность здания. Ночью, когда нагрузка на электросеть здания минимальна, сэкономленная электроэнергия направляется на производство льда в резервуарах холодильных установок. Днём лёд, замороженный за ночь, тает и используется для терморегуляции здания. Система охлаждения и кондиционирования, встроенная в полы, позволяет избежать объёмных сетей принудительного воздушного охлаждения, что экономит до 7% полезного пространства [7].

В здании работает и система рекуперации, как тепла, так и электричества. Энергия, сохранённая при рекуперации, также направляется в общую систему для поддержки. А тепловая рекуперация позволяет снизить затраты на подогрев, обеспечивая помещения здания свежим тёплым воздухом.

Таким образом, система экологичности здания формирует замкнутый цикл, являющийся ключевым элементом экздания, так как он позволяет максимально эффективно использовать ресурсы и минимизировать отходы. В экологическом здании такой подход позволяет повторно использовать материалы, воду, энергию и другие ресурсы внутри здания, создавая устойчивую и энергоэффективную систему. Это помогает сократить загрязнение окружающей среды, снизить расход ресурсов и в целом сделать здание более устойчивым и экологически безопасным, а здание приобретает ярко выраженный типологический облик объекта, спроектированного на основе активной экологичности.

Заключение

Исследованы ключевые аспекты форми-

рования общественных зданий на основе активной экологичности, включая использование экологически чистых материалов, энергоэффективные решения, замкнутость ресурсных циклов и др. Анализ показал, что это не только снижает негативное воздействие на окружающую среду, но также способствует экономии ресурсов, повышению комфорта работников здания и улучшению общественного благосостояния, а в итоге повышает архитектурно-художественное качество общественных зданий.

В результате исследования разработан экспериментальный проект высотного общественного здания на основе активной экологичности, отвечающий требованиям к устойчивым, энергоэффективным и комфортным объектам. Дальнейшее развитие экологической архитектуры требует продолжения исследований в этой отрасли науки, чтобы обеспечить сохранение природных ресурсов и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Материалы экспериментального проекта использованы в ВКР Южно-Уральского государственного университета на тему «Формирование высотного общественного здания на основе принципов активной экологичности», которая на XXXIII Международном смотре-конкурсе лучших выпускных квалификационных работ по архитектуре, дизайну и искусству МООСАО была удостоена диплома I степени и диплома МАРХИ (автор – Черепанов Н.В., руководители – Шабиев С.Г. и Тюрин М.Ю.).

Литература

1. Саинов, М.П. Об истории Древнего Египта и его гидротехнике / М.П. Саинов, Н.П. Саинова // Вестник МГСУ. – 2008. – № 3. – С. 14-17.
2. Кайль, Е.В. История становления экологического права России в период правления Петра I / Е.В. Кайль // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. – 2014. – № 3. – С. 88-92.
3. The Guardian [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.theguardian.com/uk/2002/nov/24/greenpolitics.waste> (дата обращения 07.11.2024).
4. Авдеева, Т.Г. Конференция ООН по устойчивому развитию «Рио+20»: год спустя / Т.Г. Авдеева // Биосфера. – 2013. – № 2. – С. 237-245.
5. Шабиев, С.Г. Экологичность как критерий оценки качества объектов современной архитектуры / С.Г. Шабиев // Наука ЮУрГУ: материалы 70-й научной конференции. Секции социально-гуманитарных наук. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2018. – С. 12-16.
6. Саркисов, О.Р. Экологическое право: учебное пособие / О.Р. Саркисов, Е.Л. Любасов. – Казань: Центр инновационных технологий, 2014. – 335 с.
7. Баранина, А.А. Эко-проект Pearl River Tower / А.А. Баранина // Academy. – 2020. – № 1. – С. 83-86.
8. Ефремова, М.Г. Московский международный деловой центр «Москва-Сити» –

- инновационный проект XXI в.: 30 лет строительства (1991-2021) / М.Г. Ефремова // Общество: философия, история, культура. – 2021. – № 12. – С. 114-120.
9. Махмудова, М.Т. Норман Фостер – лидер современной архитектуры XX-XXI вв. / М.Т. Махмудова // Экономика и социум. – 2021. – № 10. – С. 876-886.
10. Рябов, А.В. Альтернативная энергетика в формировании современной архитектуры Китая / А.В. Рябов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2011. – № 3. – С. 32-40.
11. Корягина, Е.Л. Полимерные оптические материалы для люминесцентных солнечных концентраторов / Е.Л. Корягина // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2012. – № 1. – С. 18-23.
12. Архитектурно-экологическое проектирование зданий: методические указания / сост. С.Г. Шабиев. – 2-е изд., доп. – Челябинск. Издательский центр ЮУрГУ, 2022. – 24 с.
13. Титов, Ю.Ю. Офисные пространства нового типа, как современный компонент архитектуры высотных зданий / Ю.Ю. Титов, Н.С. Калинина // Системные технологии. – 2021. – № 40. – С. 102-109.
14. Shabiev, S.G. South Ural State University Campus: Architectural Development Concept in An Accordance with the International Standarts / S.G. Shabiev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (Chelyabinsk, 21-22 September 2017). – 2017. – Vol. 262. – 6 p.
15. Morrow, K. Rio+20, the Green Economy and Reorienting Sustainable Development / K. Morrow // Environmental Law Review. – 2012. – Vol. 14. – P. 279-297.
16. Xinpei Jiang. The Research on Eco-campus Evaluation Index System and Weight / Xinpei Jiang, Bao Zheng, Haifeng Wang // Wseas Transactions on Environment and Development. – 2010. – Vol. 6. – P. 793-803.
17. Магай, А.А. Архитектурное проектирование высотных зданий и комплексов / А.А. Магай // М.: АСВ, 2015. – 245 с.
18. Этенко, В.П. / Экологические проблемы высотных зданий / В.П. Этенко // Жилищное строительство. – 2015. – № 12. – С. 41-44.
19. Захарова, Т.В. Эффективность экологической политики: от решения глобальных проблем до формирования университетских кампусов / Т.В. Захарова // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. – 2019. – № 47. – С. 179-188.
20. Vyatkin, G.P. Reconstruction of South Ural State University Buildings and Structures: monographs / G.P. Vyatkin, S.G. Shabiev, edited by G.P. Vyatkin, Corresponding Member of the Russia Academy of Sciences. – China, Shanghai, 2016. – 99 p.
21. Roaf, S. Ecohouse: a design guide (third edition) // S. Roaf, M. Fuentes, S. Thomas // UK, England: Architectural Press. – Oxford, Elsevier, 2007. – 480 p.
22. Wines, J. Green architecture / J. Wines. – Berlin: Taschen, 2000. – 240 p.
23. Халиуллин, А.Р. Эко-устойчивая архитектура как симбиоз энергоэффективного и адаптируемого строительства / А.Р. Халиуллин // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 1. – С. 61-69.
24. Сапрыкина, Н.А. Биоклиматическая архитектура как ресурс новаторства / Н.А. Сапрыкина // Известия вузов. Строительство. – 2004. – № 7. – С. 85-91.
25. Тетиор, А.Н. Пространственные решения современных экологических небоскребов и компактных городов / А.Н. Тетиор // Жилищное строительство. – 2011. – № 11. – С. 25-28.

References

1. Sainov, M.P. On the history of Ancient Egypt and its hydraulic engineering / M.P. Sainov, N.P. Sainova // Bulletin of MGSU. - 2008. - No. 3. - P. 14-17.
2. Kail, E.V. History of the formation of environmental law in Russia during the reign of Peter I / E.V. Kail // Scientific notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky. - 2014. - No. 3. - P. 88-92.
3. The Guardian [Electronic resource] - Access mode: <https://www.theguardian.com/uk/2002/nov/24/greenpolitics.waste> (date of access 07.11.2024).
4. Avdeeva, T.G. UN Conference on Sustainable Development “Rio + 20”: a year later / T.G. Avdeeva // Biosphere. - 2013. - No. 2. - P. 237-245.

5. Shabiev, S.G. Environmental friendliness as a criterion for assessing the quality of modern architectural objects / S.G. Shabiev // Science of SUSU: materials of the 70th scientific conference. Sections of social and humanitarian sciences. - Chelyabinsk: Publishing center of SUSU, 2018.
6. Sarkisov, O.R. Environmental law: a textbook / O.R. Sarkisov, E.L. Lyubasov. - Kazan: Center for Innovation Technologies, 2014. - 335 p.
7. Baranina, A.A. Eco-project Pearl River Tower / A.A. Baranina // Academy. - 2020. - No. 1. - P. 83-86.
8. Efremova, M.G. Moscow International Business Center "Moscow-City" - an innovative project of the 21st century: 30 years of construction (1991-2021) / M.G. Efremova // Society: philosophy, history, culture. - 2021. - No. 12. - P. 114-120.
9. Makhmudova, M.T. Norman Foster - the leader of modern architecture of the XX-XXI centuries / M.T. Makhmudova // Economy and society. - 2021. - No. 10. - P. 876-886.
10. Ryabov, A.V. Alternative energy in the formation of modern architecture in China / A.V. Ryabov // Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. - 2011. - No. 3. - P. 32-40.
11. Koryagina, E.L. Polymer optical materials for luminescent solar concentrators / E.L. Koryagina // Bulletin of the Kazan State Power Engineering University. - 2012. - No. 1. - P. 18-23.
12. Architectural and environmental design of buildings: guidelines / compiled by S.G. Shabiev. - 2nd ed., suppl. - Chelyabinsk. Publishing center of SUSU, 2022. - 24 p.
13. Titov, Yu.Yu. New type of office spaces as a modern component of high-rise buildings architecture / Yu.Yu. Titov, N.S. Kalinina // System technologies. - 2021. - No. 40. - P. 102-109.
14. Shabiev, S.G. South Ural State University Campus: Architectural Development Concept in An Accordance with the International Standards / S.G. Shabiev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (Chelyabinsk, 21-22 September 2017). - 2017. - Vol. 262. - 6 p.m.
15. Morrow, K. Rio+20, the Green Economy and Reorienting Sustainable Development / K. Morrow // Environmental Law Review. - 2012. - Vol. 14. - P. 279-297.
16. Xinpei Jiang. The Research on Eco-campus Evaluation Index System and Weight / Xinpei Jiang, Bao Zheng, Haifeng Wang // Wseas Transactions on Environment and Development. - 2010. - Vol. 6. - P. 793-803.
17. Magay, A.A. Architectural design of high-rise buildings and complexes / A.A. Magay // M.: ASV, 2015. - 245 p.
18. Etenko, V.P. / Environmental problems of high-rise buildings / V.P. Etenko // Housing construction. - 2015. - No. 12. - P. 41-44.
19. Zakharova, T.V. Efficiency of environmental policy: from solving global problems to the formation of university campuses / T.V. Zakharova // Bulletin of Tomsk State University. Philosophy. Sociology. Political Science. - 2019. - No. 47. - P. 179-188.
20. Vyatkin, G.P. Reconstruction of South Ural State University Buildings and Structures: monographs / G.P. Vyatkin, S.G. Shabiev, edited by G.P. Vyatkin, Corresponding Member of the Russia Academy of Sciences. - China, Shanghai, 2016. - 99 p.
21. Roaf S. Ecohouse: a design guide (third edition) // S. Roaf, M. Fuentes, S. Thomas // UK, England: Architectural Press. - Oxford, Elsevier, 2007. - 480 p.
22. Wines, J. Green architecture / J. Wines // Berlin: Taschen, 2000. - 240 p.
23. Khaliullin, A.R. Eco-sustainable architecture as a symbiosis of energy-efficient and adaptable construction / A.R. Khaliullin // Bulletin of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. - 2013. - No. 1. - P. 61-69.
24. Saprykina, N.A. Bioclimatic architecture as a resource for innovation / N.A. Saprykina // Bulletin of universities. Construction. - 2004. - No. 7. - P. 85-91.
25. Tetior, A.N. Spatial solutions for modern environmentally friendly skyscrapers and compact cities / A.N. Tetior // Housing construction. - 2011. - No. 11. - P. 25-

Черепанов Н.В.

Аспирант кафедры «Архитектура», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: nikita-7498@yandex.ru

Шабиев С.Г.

Заведующий кафедрой «Архитектура», доктор архитектуры, профессор, заведующий кафедрой «Архитектура», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: shabievsg@susu.ru

Cherepanov N.V.

Graduate student of the Department of Architecture, South Ural State University, с. Chelyabinsk, Russia. E-mail: nikita-7498@yandex.ru

Shabiev S. G.

Head of the Department of Architecture, Doctor of Architecture, Professor, Head of the Department of Architecture, South Ural State University, с. Chelyabinsk, Russia. E-mail: shabievsg@susu.ru

Поступила в редакцию 29.10.2024

ОСОБЕННОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА УСКОРЕННОЙ КАРБОНИЗАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНА

На сегодняшний день современная строительная индустрия предлагает широкий спектр бетона и изделий из него, которые имеют существенные различия, в том числе в условиях эксплуатации, что в значительной степени обуславливает необходимость применения специальных бетонов. Регулируя состав и формирование структуры бетона, особенно на ранних этапах твердения можно добиться комплексного повышения эксплуатационных характеристик, в том числе повышение прочности, морозостойкости и снижения усадочных деформаций.

В данной работе рассмотрены основные понятия карбонизации бетона, а также особенности и перспективы применения метода ускоренной карбонизации свежееуложенной бетонной смеси. Данная технология позволяет ускорять набор прочности бетона, а также получать изделия с лучшими эксплуатационными характеристиками и показателями долговечности.

Рассмотрены особенности влияния комплексных добавок, включающих метаксаолин и микрокремнезем на процесс ранней карбонизации. Кроме того представлено влияние ранней карбонизации контрольного состава и модифицированного бетона на набор прочности, морозостойкость и усадочные деформации.

Поскольку метаксаолин является дисперсной добавкой его необходимо вводить совместно с суперпластификатором, для регулирования воды затворения и формирования более плотной структуры цементного камня. Кроме того, необходимо строго контролировать дозировку метаксаолина, для направленного фазообразования бетона и более полного связывания свободной окиси кальция. В работе рассмотрены три варианта добавок, включающие метаксаолин, микрокремнезем и суперпластификатор.

Установлено, что применение ранней карбонизации бетона и связывание легкорастворимых соединений в нерастворимые на ранних стадиях гидратации приведет к повышению стойкости бетона к агрессивному воздействию внешней среды при дополнительном введении в комплекс микрокремнезема. Применение данной технологии позволит сократить температуру тепловлажностной обработки бетона и снизить затраты на производство бетонных изделий.

После камеры карбонизации бетон, модифицированный только метаксаолином не показал повышение марки по морозостойкости, что обусловлено высокой пуццолановой активностью добавки и изменением структуры камня.

Ключевые слова: бетон, активные минеральные добавки, суперпластификатор, ускоренная карбонизация.

THE USE OF ACCELERATED CARBONATION IN CONCRETE TECHNOLOGY

Today, the modern construction industry offers a wide range of concrete and concrete products, which have significant differences, including in operating conditions, which largely determines the need for the use of special concretes. By regulating the composition

and structure of concrete, especially in the early stages of curing, it is possible to achieve a comprehensive increase in performance characteristics, including increased strength, frost resistance and reduced shrinkage deformations.

This paper considers the basic concepts of concrete carbonation, as well as the features and prospects of application of the method of accelerated carbonation of freshly placed concrete mix. This technology makes it possible to accelerate the concrete strength gain, as well as to obtain products with better performance and durability characteristics.

The peculiarities of influence of complex additives including metakaolin and microsilica on the process of early carbonisation are considered. In addition, the influence of early carbonisation of control and modified concrete on strength gain, frost resistance and shrinkage deformations is presented.

Since metakaolin is a dispersed admixture, it should be introduced with superplasticiser to regulate the mixing water and form a dense cement stone structure. In addition, it is necessary to strictly control the dosage of metakaolin, for the directional phase formation of concrete and more complete binding of free calcium oxide. Three variants of additives including metakaolin, microsilica and superplasticiser are considered in the paper.

It is established that application of early carbonisation of concrete and binding of easily soluble compounds into insoluble ones at early stages of hydration will lead to increase of concrete resistance to aggressive influence of external environment at additional introduction of microsilica into the complex. Application of this technology will reduce the temperature of heat and humidity treatment of concrete and reduce the cost of production of concrete products.

After the carbonisation chamber, concrete modified only with metakaolin did not show an increase in frost resistance grade, which is due to the high pozzolanic activity of the admixture and the change in the structure of the stone.

Keywords: concrete, active mineral additives, plasticiser, accelerated carbonization.

Современные тенденции строительной индустрии направлены на повышение темпа производства, в связи с чем, остро стоит вопрос о создании эффективных методик, направленных на ускорение кинетики твердения бетона, увеличение марочной прочности и долговечности бетона. Кроме этого, в современном обществе с каждым годом в атмосфере увеличивается концентрация углекислого газа, что является одной из важнейших экологических проблем. По этой причине существует необходимость сбора дымовых газов при помощи специальных установок, способных их адсорбировать и аккумулировать, снижая тем самым уровень загрязнения атмосферы и подвергая его утилизации. Полученная таким образом углекислота, как отход производства, может быть применена в технологии производства бетонных изделий, а именно в методике ускоренной карбонизации [1-3].

Понятие карбонизации бетона связано прежде всего с кислотным типом коррозии. Поскольку бетон эксплуатируется в воздушной среде, имеющей определенную концентрацию углекислого газа. Углекислый газ в присутствии влаги вступает во взаимодействие с клинкерными минералами и продук-

тами гидратации цемента, с образованием карбоната кальция. Карбонат кальция нерастворим в воде, в результате чего происходит его постепенное отложение в поровом пространстве цементного камня. На ранних стадиях карбонизация играет положительную роль, приводя к некоторому уплотнению структуры бетона и связывая растворимые соединения в нерастворимые. Однако, когда карбонизация доходит до глубоких слоев бетона контактирующих с арматурой, изменение pH среды приводит к коррозии металла и процессам перекристаллизации гидратных фаз. Также постепенное накопление карбонатов в поровом пространстве приводит к появлению внутренних деформаций и разрушению структуры бетона [3-6].

Данный процесс деструкции характерен для эксплуатируемых бетонных изделий и конструкций. Искусственная ранняя карбонизация происходит совместно с ранней гидратацией цемента через намеренную выдержку свежееуложенной бетонной смеси в среде, насыщенной CO_2 [5].

Основные клинкерные минералы цемента и портландит гидратируют в присутствии углекислого газа и воды с образованием гидросиликатов кальция и карбоната кальция.

Весь процесс ранней карбонизации бетона включает: диффузию углекислого газа от поверхности в глубь бетона через открытое поровое пространство (макропоры, капиллярные поры); сольватацию газа в углекислотную жидкость в жидкой фазе свежееуженной бетонной смеси [5]; процесс гидратации углекислотной жидкости до образования H_2CO_3 ; процесс ионизации H_2CO_3 на H^+ , HCO_3^{2-} , CO_3^{2-} ; растворение C_3S и $\beta-C_2S$, зерна силикатов кальция покрываются неплотными слоями геля гидросиликатов кальция, которые быстро растворяются, высвобождая ионы Ca^{2+} и SiO_4^{4-} [6]; нуклеация $CaCO_3$ и гидросиликатного геля CSH ; осаждение и накопление карбоната кальция, формирование высокополимеризованного геля кремнезема. Этот гель кислотоустойчив и имеет ту же структуру, что и обычный диоксид кремния [6].

Процесс ускоренной ранней карбонизации несколько снижает значение pH бетона, что является отрицательным фактором. Однако, в более поздние сроки гидратации цемента будет происходить дальнейшее формирование гидроксида кальция и значение pH постепенно будет выравниваться. Кроме того данную проблему можно решить введением минеральных добавок, повышающих pH жидкой фазы бетона [3, 4].

К активным минеральным добавкам, повышающим pH жидкой фазы цементного камня в бетоне относят кислые добавки, связывающие гидроокись кальция в нерастворимые соединения. Однако следует тщательно подбирать дозировку таких добавок, поскольку их применение способствует формированию структуры цементного камня бетона преимущественно из низкоосновных соединений и может привести к некоторому сдвигу сроков твердения бетона, за счет снижения экзотермии цемента и появлению кислотной коррозии арматуры. При этом низкоосновные гидросиликаты кальция в структуре цементного камня обладают повышенной механической прочностью и долговечностью под влиянием различных агрессивных сред [7-22].

Кислые активные минеральные добавки бывают природного и техногенного характера. К природным активным минеральным добавкам относят пуццоланы различного происхождения (диатомит, трепел, опока, пемза, туф, пепел и т.д.), а среди добавок техногенного характера наиболее распространены микрокремнезем, метакаолин, гранулированные доменные шлаки, зола-унос [10-12, 23-25].

В данной работе использовали метакаолин (МТК), производства ЗАО «Пласт-Рифей», гранулированный микрокремнезем (далее МК) г. Новокузнецк, суперпластификатор СП-1 производства ОАО «Полипласт» г. Новомосковск, цемент Цем I 42,5Н ОАО «Невьянский цементник», а также заполнители - песок с Мк 1,8 Белоносовского месторождения и щебень фракции 5-20 мм, производства завода ПКО «ЧелСИ». Состав бетона – цемент 350кг/м³, песок 750 кг/м³, щебень 1050 кг/м³, водоцементное отношение 0,35.

Для испытаний были подготовлены 4 состава бетона, отличающихся применяемыми добавками: 1) бездобавочный (контрольный состав); 2) с добавкой 5 % МТК; 3) с добавкой «2,5 % МТК + 0,6 % СП-1»; 4) с «2,5 % МТК + 5 % МК + 0,6 % СП-1». Оценивали прочность образцов за два часа в камере карбонизации и в естественных условиях, усадку на третьи сутки твердения и морозостойкость образцов после 28 суток нормального твердения. Результаты эксперимента представлены в таблице 1. Испытания цементного камня на усадку проводили с помощью прибора *Schwindmessgerat Typ B, Testing, Германия*.

Контрольный состав после выдержки в камере ускоренной карбонизации показал увеличение прочности и некоторое уплотнение структуры на раннем этапе твердения камня, что объясняет снижение деформации на 3 сутки и повышение марки морозостойкости.

Согласно полученным данным, введение добавки метакаолина приводит к некоторому снижению плотности структуры цементного камня бетона, за счет формирования среды, состоящей преимущественно из высокоосновных гидратных фаз, имеющих как правило гексагональную структуру. Кроме того, метакаолин являясь пуццолановой добавкой связывает свободный кальций на ранних этапах твердения цементного камня в нерастворимые соединения, в том числе карбоната кальция, при этом позднее метастабильные фазовые структуры сформированные при большой дозировке добавки подвергаются процессам перекристаллизации. Изменение структуры объясняет некоторое увеличение усадки и снижение прочности камня.

Введение меньшего количества метакаолина совместно с суперпластификатором позволяет на ранних этапах фазообразования формировать более плотную структуру цементного камня, включающую низкоосновные гидросиликаты кальция, более стабильные в агрессивных средах. Изменение

Таблица 1

№	Составы	Свойства					
		Прочность, МПа		Деформация усадки, мм/м (3 сутки твердения)		Морозостойкость	
		за 2 часа в камере карбонизации, МПа	в естественных условиях на 3 сутки, МПа	после камеры карбонизации	в естественных условиях	после камеры карбонизации	в естественных условиях
1	Контрольный состав	20	15	6	8	F ₁ 300	F ₁ 200
2	5%МТК	35	40	3,7	3,5	F ₁ 300	F ₁ 300
3	2,5%МТ-К+0,6%СП-1	30	32	1,0	1,2	F ₁ 600	F ₁ 600
4	2,5%МТ-К+5%МК+0,6%СП-1	32	35	2,0	2,5	F ₂ 300	F ₁ 800

структуры приводит к повышению прочности и морозостойкости и снижению деформационной усадки бетона.

При этом введение комплекса “2,5%МТ-К+0,6%СП-1” и “2,5%МТК+5% МК+0,6%СП-1” приводит к некоторому снижению прочности бетона при использовании ранней карбонизации, что обусловлено созданием дефицита кальция в присутствии пуццолановых добавок. Однако данное явление нивелируется в более поздние сроки твердения.

По полученным данным можно сделать вывод о положительном влиянии ранней карбонизации на уплотнение структуры и повышении ранней прочности бетона, особенно в присутствии кислых пуццолановых добавок, которые так же в свою очередь позволят повысить стойкость к коррозии бетона.

Для проведения искусственной карбонизации бетона существует ряд технологических требований, так, например, бетонные смеси для этой методики должны применяться с водоцементным отношением, находящимся в пределах от 0,1 до 0,25. Это объясняется тем, что при низком В/Ц углекислота не сможет раствориться в порах бетона, в то время как при высоком В/Ц реакция не происходит, так как углекислый газ не диффундирует вглубь тела бетона [23-25].

Перед отправкой в камеру карбонизации изделия должны быть предварительно выдержаны, чтобы началась гидратация цементных фаз, и только после этого они проходят обработку углекислотой. Карбонизация в камерах может происходить как по объему, так и по поверхности и зависит от

способа формирования конкретного изделия [23-25].

Должно быть обеспечено избыточное давление углекислого газа в камере – выше 3 атм. И чем выше давление, тем быстрее и более равномерно будет происходить реакция карбонизации бетона. Необходимо обеспечить температуру в камере (от 25 до 40 °С). Повышение температуры более 40°С приведет к снижению растворимости углекислого газа в воде [23-25].

Относительная влажность в камере должна быть 50-70%, при таком показателе достигается максимальная глубина карбонизации бетона [23-25]. Сроки выдержки бетона устанавливаются исходя из желаемой глубины карбонизации, чем дольше время, при котором выдерживается материал, тем больше глубина карбонизации и выше прочностные характеристики изделия [23-25].

Реакция карбонизации – это экзотермический процесс, с величиной тепловыделения для трехкальциевого силиката - 347 кДж/моль, для двухкальциевого силиката – 184 кДж/моль и для гидроксида кальция – 74 кДж/моль [24, 25]. Следовательно, это может послужить косвенной положительной характеристикой и привести к некоторому снижению температуры автоклавной обработки бетона.

Заключение

Очевидно, что применение ранней карбонизации бетона и связывание легкорастворимых соединений в нерастворимые на ранних стадиях гидратации приведет к повышению стойкости бетона к агрессивному

воздействию внешней среды при дополнительном введении подкисляющих добавок. После камеры карбонизации бетон, модифицированный только метаксаолином не показал повышение марки по морозостойкости, что связано с изменением структуры цементного камня.

Кроме этого, применение данной технологии позволит сократить температуру тепловлажностной обработки бетона, значительно снизить затраты на производство и утилизировать углекислый газ, что повлияет на улучшение экологической обстановки.

Литература

1. Бутт, Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов: учебник для вузов [Текст] / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1980. – 470 с.
2. Uliasz-Bochenczyk, A. Waste used for CO₂ via mineral carbonation / A. Uliasz-Bochenczyk // Mineral and energy economy research of institute of Polish Academy of Science, Krakow, Poland, 2007. – 8p.
3. Рузавин, А.А. Применение метода ускоренной карбонизации в технологии бетонного производства [Текст] / А.А. Рузавин // Вестник ЮУрГУ. Серия Строительство и архитектура», 2017. – Т. 17. – № 3. – С. 72–75.
4. Sean Monkman Maximizing carbon uptake and performance gain inslag-containing concretes through early carbonation. – PhD thesis; Department of Civil Engineering and Applied Mechanics McGill University, Montreal, Canada, 2008. – 222 p.
5. Carbonation of minerals and industrial by products for CO₂ sequestration / S. Teir, S. Eloneva, C.-J. Fogelholm, R. Zevenhoven // Paper VI; The Third International Green Energy Conferene, Västerås, Sweden, 2007. – 11 p.
6. A review of accelerated carbonation technology in treatment of cement-based materials and sequestration of CO₂ / M. Fernandez Bertos, S.J.R. Simons, C.D. Hills, P.J. Carey // Journal of hazardous materials, UK, 2004. – 13 p.
7. Aitcin, P.C. High-Performance Concrete / P.C Aitcin. – Quebec: E & Fn Spon, 1998. – 364 p.
8. Каприелов, С.С. Модифицированные бетоны нового поколения: реальность и перспектива [Текст] / С.С. Каприелов, В.Г. Батраков, А.В. Шейнфельд // Бетон и железобетон, 1999. – № 4. – С. 6–10.
9. Shuldyakov, K. Superplasticizer effect on cement paste structure and concrete freeze-thaw resistance / K. Shuldyakov, L. Kramar, B. Trofimov, I. Ivanov // Advanced materials in technology and construction (AMTC-2015), 2016. – P. 070011-1–070011-6.
10. Шульдяков, К.В. Особенности влияния пластификатора на структуру цементного камня и свойства бетона [Текст] / К.В. Шульдяков, Л.Я. Крамар, Б.Я. Трофимов, И.М. Иванов // Перспективные материалы в технике и строительстве: материалы II Всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием (ПМТС 2015) – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2015. – С. 423–426.
11. Методы исследования цементного камня и бетона [Текст] / под ред. З.М. Ларионовой. – М.: НИИЖБ, Стройиздат, 1970. – 159 с.
12. Умемура, И. Влияние микрокремнезема и суперпластификатора на гидратацию цемента при низком водоцементном отношении [Текст] / И. Умемура, М. Сату, К. Коизуми, Н. Цуюки // Цемент и его применение, 2013. – № 4. – С. 134–138.
13. Тейлор, Х. Химия цемента [Текст] / Хел Тейлор; пер. с англ. – СПб.: Мир, 1996. – 560 с.
14. Ратинов, В.Б. Добавки в бетон [Текст] / В.Б. Ратинов, Т.И. Розенберг. – М.: Стройиздат, 1989. – 187 с.
15. Комплексные пластифицирующие ускоряющие добавки на основе суперпластификатора С-3 и промышленных смесей тиосульфата и роданита натрия [Текст] / Н.Ф. Башлыков, А.Я. Вайнер, Р.Л. Серых, В.Р. Фаликман // Бетон и железобетон, 2004. – № 6. – С. 13–16.
16. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика [Текст] / В.Г. Батраков. – М.: Технопроект, 1998. – 768 с.
17. Малолепши, Я. Влияние метаксаолина на свойства цементных растворов [Текст] / Я. Малолепши, З. Питель // Химические и минеральные добавки в бетон. – Харьков: Колорит, 2005. – С. 61–77.

18. Метакаолин в строительных растворах и бетонах [Текст] / Л.И. Дворкин, Н.В. Лушникова, Р.Ф. Рунова и др. – Киев: Изд-во КНУБА, 2007. – 215 с.
19. Heikal, M. Effect of Calcium formate as an accelerator on the physiochemical and mechanical properties of pozzolanic cement pastes / M. Heikal // *Cement and Concrete Research*, 2004. – №34. – P. 1051–1056.
20. Кузнецова, Т.В. Алюминатные и сульфоалюминатные цементы [Текст] / Т.В. Кузнецова. – М.: Стройиздат, 1986. – 208 с.
21. Ушеров-Маршак, А.В. Добавки нового поколения [Текст] / А.В. Ушеров-Маршак // *Химические и минеральные добавки в бетон*. – Харьков: Колорит, 2005. – С. 45–50.
22. Кузнецова, Т.В., Глиноземистый цемент [Текст] / Т.В. Кузнецова, Й. Талабер. – М.: Стройиздат, 1988. – 272 с.
23. Monkman, S. Types of concrete carbonation. Technical note / S. Monkman. – Carbon Cure Tech nologies Inc, Dartmouth, Nova Scotia, Canada, 2016. – 4 p. 7. L. De Ceukelaire, D. Van Nieuwenburg. Accelerated carbonation of blast-furnace cement concrete // *Cement and concrete research*, USA, 1992. – 11 p.
24. Рыбьев, И. А. Строительное материаловедение [Текст] / И. А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 2002. – 701 с.
25. Берг, О.Я. Высокопрочный бетон: учеб. пособие для строит. вузов [Текст] / О.Я. Берг. – М.: Высшая школа, 1971. – 214 с.

References

1. Butt, Yu.M. Chemical technology of binding materials: textbook for universities [Text] / Yu.M. Butt, M.M. Sychev, V.V. Timashev. – Moscow: Higher School, 1980. – 470 с.
2. Uliasz-Bochenczyk, A. Waste used for CO₂ via mineral carbonation / A. Uliasz-Bochenczyk. Uliasz-Bochenczyk // *Mineral and energy economy research of institute of Polish Academy of Science, Krakow, Poland*, 2007. – 8p.
3. Ruzavin, A.A. Application of the accelerated carbonisation method in the concrete production technology [Text] / A.A. Ruzavin // *Vestnik of SUSU. Series Construction and architecture*, 2017. – T. 17. – № 3. – С. 72-75.
4. Sean Monkman. - Maximizing carbon uptake and performance gain inslag-containing concretes through early carbonation. - PhD thesis; Department of Civil Engineering and Applied Mechanics McGill University, Montreal, Canada, 2008. – 222 p.
5. Carbonation of minerals and industrial by products for CO₂ sequestration / S. Teir, S. Eloneva. Teir, S. Eloneva, C-J. Fogelholm, R. Zevenhoven // *Paper VI; The Third International Green Energy Conferene, Västerås, Sweden*, 2007. – 11 p.
6. A review of accelerated carbonation technology in the treatment of cement-based materials and sequestration of CO₂ / M. Fenandez Bertos, S.J.R. Simons, C.D. Hills, P.J. Carey // *Journal of hazardous materials*, UK, 2004. – 13 p.
7. Aitcin, P.C. High-Performance Concrete / P.C Aitcin. – Quebec: E & Fn Spon, 1998. – 364 p.
8. Kaprielov, S.S. Modified concretes of new generation: reality and prospect [Text] / S.S. Kaprielov, V.G. Batrakov, A.V. Sheinfeld // *Concrete and Reinforced Concrete*, 1999. – № 4. – С. 6-10.
9. Shuldyakov, K. Superplasticiser effect on cement paste structure and concrete freeze-thaw resistance / K. Shuldyakov, L. Kramar, B. Trofimov, I. Ivanov // *Advanced materials in technology and construction (AMTC-2015)*, 2016. – P. 070011-1-070011-6.
10. Shuldyakov, K.V. Peculiarities of plasticiser influence on cement stone structure and concrete properties [Text] / K.V. Shuldyakov, L.Y. Kramar, B.Y. Trofimov, I.M. Ivanov // *Advanced materials in technology and construction: materials of the II All-Russian scientific conference of young scientists with international participation (PMTС 2015) – Tomsk: Izd-e Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*, 2015. – С. 423-426.
11. Methods of research of cement stone and concrete [Text] / edited by Z.M. Larionova. - Moscow: NIIZHB, Stroyizdat, 1970. – 159 с.
12. Umemura, I. Effect of microsilica and superplasticiser on cement hydration at low water-cement ratio [Text] / I. Umemura, M. Satu, K. Koizumi, N. Tsuyuki // *Cement and its application*, 2013. – № 4. – С. 134-138.

13. Taylor, H. Chemistry of cement [Text] / Hel Taylor; per. from Engl. – SPb.: Mir, 1996. – 560 с.
14. Ratinov, V.B. Additives in concrete [Text] / V.B. Ratinov, T.I. Rosenberg. – Moscow: Stroyizdat, 1989. – 187 с.
15. Complex plasticising and accelerating additives based on superplasticiser C-3 and industrial mixtures of sodium thiosulphate and rhodanite [Text] / N.F. Bashlykov, A.Ya. Vainer, R.L. Serikh, V.R. Falikman // Concrete and Reinforced Concrete. – 2004. – № 6. – С. 13-16.
16. Batrakov, V.G. Modified concretes. Theory and practice [Text] / V.G. Batrakov. – Moscow: Tekhnoproekt, 1998. – 768 с.
17. Malolepshy, J. Influence of metakaolin on properties of cement mortars [Text] / J. Malolepshy, Z. Pitel // Chemical and mineral additives in concrete. – Kharkov: Kolorit, 2005. – С. 61-77.
18. Metakaolin in building mortars and concretes [Text] / L.I. Dvorkin, N.V. Lushnikova, R.F. Runova et al. Runova et al. – Kiev: Izd vo KNUBIA, 2007. – 215 с.
19. Heikal, M. Effect of Calcium formate as an accelerator on the physiochemical and mechanical properties of pozzolanic cement pastes / M. Heikal. Heikal // Cement and Concrete Research. – 2004. – №34. – P. 1051-1056.
20. Kuznetsova, T.V. Aluminate and sulfoaluminate cements [Text] / T.V. Kuznetsova. – Moscow: Stroyizdat, 1986. – 208 с.
21. Usherov-Marshak, A.V. Additives of a new generation [Text] / A.V. Usherov-Marshak // Chemical and mineral additives in concrete. – Kharkov: Kolorit, 2005. – С. 45-50.
22. Kuznetsova, T.V., Alumina cement [Text] / T.V. Kuznetsova, J. Talaber. – Moscow: Stroyizdat, 1988. – 272 с.
23. Monkman, S. Types of concrete carbonation. Technical note / S. Monkman. – Carbon Cure Technologies Inc, Dartmouth, Nova Scotia, Canada, 2016. – 4 p. – 7. L. De Ceukelaire, D. Van Nieuwenburg. Accelerated carbonation of blast-furnace cement concrete // Cement and concrete research, USA. – 1992. – 11 p.
24. Rybiev, I. A. Construction Material Science [Text] / I. A. Rybiev. – Moscow: Vyshaya Shkola, 2002. – 701 с.
25. Berg, O.Ya. High-strength concrete: textbook for Stroitel. Universities [Text] / O.Y. Berg. – Moscow: Higher School, 1971. – 214 с.

Мясникова А.А.

К.т.н., доцент кафедры Архитектура, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: aakirsanova@susu.ru

Myasnikova A.A.

Ph.D., as. professor of the Department of Architecture, South Urals State University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: aakirsanova@susu.ru

Поступила в редакцию 07.10.2024

Кучин В.Н., Серебренникова Е.Н.

РЕЖИМЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МОНОЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

Зимний период в России продолжается в среднем около 5 месяцев. В этот период продолжается строительство зданий, в том числе с конструкциями из монолитного железобетона. Строительные предприятия используют различные методы тепловой обработки монолитных бетонных конструкций, которые позволяют бетону набрать требуемую прочность. Особое внимание следует уделять фундаментным конструкциям, воспринимающим нагрузку от веса всего здания.

Целью исследования является разработка методов тепловой обработки конструкций с параметрами, позволяющими сократить сроки производства работ при обеспечении требуемого качества бетона фундаментных конструкций. Для выполнения поставленной цели необходимо провести математическое моделирование методов тепловой обработки, провести анализ влияния различных факторов на параметры выдерживания бетона в опалубке.

Одними из эффективных методов теплового воздействия на бетон в зимнее время являются использование греющего провода, обогрев в греющей опалубке, электродный прогрев. Создана математическая модель для расчета температурных полей монолитной бетонной конструкции. Модель учитывает влияние таких факторов, как температура наружного воздуха, массивность конструкции, коэффициент теплопередачи опалубки. В результате расчетов определялись температура бетона, прочность бетона в различные моменты времени, температурные перепады по сечению конструкции, растягивающие напряжения в бетоне. Одним из параметров качества бетона считается его термонапряженное состояние. Оно формируется из-за возникновения разницы температур по сечению в процессе тепловой обработки бетона. Благоприятным термонапряженным состоянием считается такое, когда в процессе выдерживания бетона температура в центре конструкции была больше, чем на периферии. Периферийные зоны будут в состоянии сжатия, а значит, не дают раскрываться трещинам, лучше защищают арматуру от коррозии.

Приведены основные результаты расчета технологических параметров метода с использованием греющего провода и метода обогрева в греющей опалубке. Показано, что данные методы позволяют обеспечить относительно небольшое время набора бетоном требуемой прочности, обеспечить хорошее качество бетона монолитных конструкций.

Ключевые слова: конструкции фундаментов, монолитный бетон, режим тепловой обработки, термонапряженное состояние, качество бетона.

Kuchin V.N., Serebrennikova E.N.

HEAT TREATMENT MODES OF MONOLITHIC FOUNDATION STRUCTURES OF MULTI-STORY FRAME BUILDINGS

The winter period in Russia lasts on average about 5 months. During this period, construction of buildings continues, including those made of monolithic reinforced

concrete. Construction companies use various methods of heat treatment of monolithic concrete structures, which allow concrete to gain the required strength. Particular attention should be paid to foundation structures that bear the load from the weight of the entire building.

The purpose of the study is to develop methods of heat treatment of structures with parameters that allow reducing the production time while ensuring the required quality of concrete for foundation structures.

To achieve this goal, it is necessary to conduct mathematical modeling of heat treatment methods, analyze the influence of various factors on the parameters of concrete curing in formwork.

Some of the effective methods of thermal impact on concrete in winter are the use of a heating wire, heating in heating formwork, electrode heating. A mathematical model has been created to calculate the temperature fields of a monolithic concrete structure. The model takes into account the influence of such factors as outside air temperature, massiveness of the structure, and the heat transfer coefficient of the formwork. As a result of calculations, the temperature of concrete, the strength of concrete at different moments of time, temperature differences along the cross-section of the structure, and tensile stresses in concrete were determined. One of the parameters of concrete quality is its thermal stress state. It is formed due to the occurrence of a temperature difference along the cross-section during the heat treatment of concrete. A favorable thermal stress state is considered to be one when, during the curing of concrete, the temperature in the center of the structure was higher than on the periphery. Peripheral zones will be in a state of compression, which means they do not allow cracks to open, and better protect the reinforcement from corrosion. The main results of calculating the process parameters of the method using a heating wire and the heating method in a heating formwork are presented. It is shown that these methods allow for a relatively short time for concrete to gain the required strength, and to ensure good quality of concrete in monolithic structures.

Keywords: foundation structures, monolithic concrete, heat treatment mode, thermal stress state, concrete quality.

Многоэтажные здания каркасного типа возводятся в промышленном и гражданском строительстве для различных целей. Это могут быть жилые здания высотой до 20 этажей и выше. В многоэтажных промышленных зданиях могут размещаться различные производства: машиностроение, приборостроение, легкая, пищевая промышленность и многие другие.

Каркасные здания могут иметь различные конструктивные решения подземной части. В зависимости от нагрузок, характеристик грунтового основания, наличия грунтовых вод фундаменты могут быть запроектированы в виде монолитной фундаментной плиты, отдельно стоящих ступенчатых фундаментов, свайных фундаментов из сборных забивных или монолитных буронабивных свай. Выбор типов и параметров фундаментов является сложной расчетной задачей, при решении которой учитываются многие факторы и параметры.

В качестве конструктивного материала для фундаментов чаще других использует-

ся монолитный или сборный железобетон. Каждый из этих видов бетона имеет свою область применения, преимущества и недостатки. Сборные бетонные и железобетонные конструкции доставляют с заводов транспортом, монтируют в подземную часть здания с помощью башенных и самоходных кранов. Забивные сваи погружают с помощью сваебойных и других установок. К преимуществам сборного железобетона можно отнести высокую степень заводской готовности, хорошее качество бетона, которое в достаточной мере может быть обеспечено в заводских условиях. К недостаткам сборного железобетона по сравнению с монолитным обычно относят более высокие транспортные расходы.

Использование монолитных железобетонных конструкций позволяет во многих случаях возвести нестандартные, не типовые конструкции, повысить их жесткость, снизить расход арматурных изделий, сократить транспортные расходы. Важным условием выступает обеспечение требуемого качества

бетона, гарантированный набор бетоном требуемой прочности, особенно при укладке бетонной смеси в зимних условиях.

Для тепловой обработки монолитного бетона используются такие методы зимнего бетонирования, как термос, предварительный разогрев бетонной смеси, электропрогрев, обогрев в греющей опалубке, использование греющего провода и другие методы. К прочности бетона конструкций нулевого цикла предъявляются высокие требования. От качества проводимых работ зависит надежность и долговечность всего здания. Требуемая прочность монолитного бетона фундаментов задается соответствующим СП, может составлять 70-100 % от проектной прочности бетона в зависимости от конкретных условий [1].

При выполнении бетонных работ в зимнее время смесь, уложенная в опалубку несущих конструкций, проходит тепловую обработку в соответствии с технологическим регламентом. Используемые в настоящее время методы зимнего бетонирования хорошо изучены российскими учеными, широко применяются. Методам зимнего бетонирования посвящены работы А.С. Арбеньева, А.И. Гныри, С.Г. Головнева, В.И. Зубкова, Б.М. Красновского, Б.А. Крылова, С.А. Миронова и других ученых [3, 4, 7-21].

При предварительном выборе метода учитывается массивность конструкции, температура наружного воздуха. Монолитные несущие конструкции подземной части зданий отличаются большим разнообразием, могут иметь значения модуля поверхности от 2 до 10 м⁻¹, относятся к массивным конструкциям и конструкциям средней массивности. Для бетонирования таких конструкций может использоваться метод термоса, метод с использованием греющего провода, предварительный разогрев бетонной смеси, электродный прогрев, обогрев в греющей опалубке.

Ряд исследователей при определении параметров тепловой обработки считали важным учитывать температурные напряжения в бетоне, возникающие в результате неравномерности температурных полей по сечению конструкции при выдерживании в опалубке [12, 15, 16]. Термонапряженное состояние бетонного массива влияет на долговечность конструкции. Оно формируется из-за возникновения разницы температур по сечению в процессе тепловой обработки бетона. Благоприятным термонапряженным состоянием считается такое, когда в процессе выдерживания бетона температура в центре кон-

струкции больше, чем на периферии. В этом случае после прекращения теплового воздействия и остывания бетона до температуры, одинаковой по сечению, центр стремится сжаться больше. Периферия не дает ему этого сделать, и центральные зоны находятся в состоянии растяжения. Периферийные зоны будут в состоянии сжатия, а значит, не дают раскрываться трещинам, лучше защищают арматуру от коррозии. Такое состояние в бетоне создается при использовании предварительного разогрева бетонной смеси [4, 12, 13].

Обеспечение качества монолитных железобетонных конструкций на строительной площадке является важной задачей [6]. Для решения задачи необходимо обоснованно назначать технологические параметры тепловой обработки конструкций.

В качестве примера рассмотрены монолитные конструкции подземной части каркасного здания размером в плане 48x18 м. Высота здания 31,2 м, количество этажей 10. Приняты 2 варианта монолитных конструкций: ступенчатые фундаменты под колонны, фундаментная монолитная плита.

При моделировании были приняты следующие основные геометрические параметры ступенчатых фундаментов. Размер ступени в плане 2,4x2,1 м, высота 0,3 м, размеры подколоники в плане 1,2x0,9 м, высота подколоники 1,8 м. Класс бетона В30. Количество ступенчатых фундаментов под колонны здания 36 штук.

Размеры фундаментной плиты в плане приняты 49,4x19,4 м, средняя толщина плиты от 0,45 до 0,5 м. Класс бетона В30.

Согласно технологической карте, разработанной на устройство рассматриваемых фундаментов, организован поточный метод производства работ, объект разбит на 4 захватки, размер захватки 12x18 м. При производстве работ может быть достигнута четырехкратная оборачиваемость опалубки.

Было рассмотрено применение двух способов тепловой обработки бетона: использование греющего провода и способ обогрева бетона в греющей опалубке.

Способ использования греющего провода является эффективным методом зимнего бетонирования при устройстве монолитных конструкций [2, 19, 20]. Электрический ток проходит через стальную жилу, расположенную в поливинилхлоридной изоляции. Провод закрепляется к арматурным изделиям конструкции с определенным шагом, коммутируется с токоведущими кабелями. При пропускании электрического тока выделяется тепло в проводе, обладающим электри-

ческим сопротивлением. Тепло передается соседним зонам монолитного бетона путем теплопроводности.

Достоинством метода является достаточно равномерное распределение температурных полей по сечению конструкции, возможность задавать тепловые режимы обработки в широком диапазоне [2]. Недостатком метода является расход стали на провод, который остается в теле бетона, а также повышенная трудоемкость раскладки и закрепления провода к арматурным изделиям конструкции.

При использовании греющей опалубки нагревательные элементы многократно оборачиваются, с их помощью проводится пери-

ферийный обогрев конструкции. При расчете параметров с помощью этих двух способов учитывались такие факторы, как температура наружного воздуха, модуль поверхности конструкции, коэффициент теплопередачи опалубки. В результате расчетов определялась температура бетона, время выдерживания бетона в опалубке, прочность бетона, температурные напряжения в бетоне. Некоторые факторы и параметры используемых методов представлены в таблице 1.

Температурные напряжения в бетоне в точке X поперечного сечения конструкции определяли по следующему выражению

$$\sigma_{X,\tau} = \alpha E (t_{cp,\tau} - t_{X,\tau}) / (1 - \nu),$$

Таблица 1

Факторы и параметры	Ступенчатые фундаменты	Фундаментная плита
Количество фундаментов	36	1
Объем бетона, м ³	126	432
Трудоемкость, чел.-см	88,4	94,5
Продолжительность работ, см	14,7	15,8

где $\sigma_{X,\tau}$ – температурное напряжение в бетоне в точке X в момент времени τ , МПа,

α – коэффициент линейного температурного расширения бетона, 1/°С,

E – модуль упругости бетона в момент времени τ , МПа,

$t_{cp,\tau}$ – средняя температура бетона по сечению конструкции в момент времени τ , °С,

$t_{X,\tau}$ – температура бетона в точке с координатой X в момент времени τ , °С

ν – коэффициент Пуассона.

При проведении расчетов значение коэффициента теплопередачи опалубки принималось в диапазоне от 1 до 5 Вт/(м²·°С); значение температуры наружного воздуха – от минус 5 до минус 20 °С; значение удельной мощности нагревателей греющей опалубки – от 100 до 300 Вт/м².

При расчетах определяли технологические параметры: температуру и прочность бетона, температурные напряжения, возникающие по сечению конструкции. Начальная температура бетона в опалубке принималась равной 10 °С, скорость подъема температуры бетона ограничивали в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012 [1]. При проведении расчетов проверяли, чтобы растягивающие напряжения в сечениях конструкции не превышали прочность бетона на растяжение, $\sigma_{px} < R_{tx}$.

Свойства упругого тела бетон приобретает при наборе прочности 22–30 % от R_{28} [5].

При этом температуры распределяются по сечению таким образом, при которых напряжения считаются нулевыми. После набора этой прочности в бетоне возникают растягивающие и сжимающие напряжения.

В ходе вычислений было принято допущение, что напряжения в бетоне возникают после начала обогрева, через 1–2 ч после укладки и уплотнения бетонной смеси. Такое допущение идет в запас прочности бетона и его термонапряженного состояния [13, 14].

Скорость подъема температуры бетона для ступенчатого фундамента принималась не более 10 °С/ч, для фундаментной плиты не более 7 °С/ч.

В таблице 2 приведен один из возможных вариантов тепловой обработки конструкций. В таблице 3 приведены некоторые результаты определения перепадов температуры по сечению и величины растягивающих напряжений.

В таблицах 3 и 4 приведены примеры результатов определения параметров. При обогреве ступенчатого фундамента с модулем поверхности 5,8 м¹ с использованием греющей опалубки с мощностью обогревателей 300 Вт/м² перепад температур по сечению конструкции составил 26 °С. Растягивающие напряжения в бетоне периферийной зоны достигают 0,89 МПа. Через 15 часов после начала обогрева перепад температур составил 9 °С, напряжения уменьшились до 0,29 МПа.

При периферийном обогреве фундаментной плиты с модулем поверхности $4,4 \text{ м}^{-1}$ обогрев верхней горизонтальной плиты моделировался с помощью греющих матов и использованием греющих элементов той же мощности, от 100 до 300 Вт/м^2 . Перепад температур по сечению через 5 часов после начала обогрева составил $32 \text{ }^\circ\text{C}$. Растягивающие напряжения достигают при этом наибольшего значения $0,92 \text{ МПа}$. Через 15 часов после начала обогрева перепад температур составил $18 \text{ }^\circ\text{C}$, растягивающие напряжения уменьшились до $0,51 \text{ МПа}$. Снижению величины перепада

температур по сечению конструкции способствует повышение температуры бетона в центральных зонах благодаря экзотермическому теплу, выделяющемуся в результате реакции гидратации цемента.

В таблице 4 приведены некоторые результаты определения параметров при обогреве с помощью греющего провода. Как видно из результатов, температурный перепад по сечению конструкции ступенчатого фундамента не превысил $18 \text{ }^\circ\text{C/ч}$, растягивающие напряжения в периферийной зоне бетона составили $0,62 \text{ МПа}$.

Таблица 2

Вид фундамента	Время подъема температуры бетона, ч	Время изотермического выдерживания, ч	Время остывания, ч
Ступенчатый фундамент	5	42	52
Фундаментная плита	6	34	78

Таблица 3

Вид конструкции	Перепад температур через время, ч, после начала обогрева, $^\circ\text{C}$				Напряжения в периферийной зоне бетона, МПа			
	5	10	15	20	5	10	15	20
Ступенчатый фундамент	26	17	9	5	0,89	0,67	0,29	0,14
Фундаментная плита	32	25	18	12	0,92	0,74	0,51	0,27

Таблица 4

Вид конструкции	Перепад температур через время, ч, после начала обогрева, $^\circ\text{C}$				Напряжения в периферийной зоне бетона, МПа			
	5	10	15	20	5	10	15	20
Ступенчатый фундамент	18	11	7	3	0,62	0,43	0,22	0,08
Фундаментная плита	16	9	6	2	0,46	0,27	0,17	0,05

В соответствие с ранее проведенными исследованиями известно, что температурные напряжения, возникающие в бетоне, можно считать не опасными, если температурный перепад по сечению конструкции не превышает $1 \text{ }^\circ\text{C/см}$ [16]. В проведенных расчетах максимальный градиент температуры по сечению составил $0,76 \text{ }^\circ\text{C/см}$ при обогреве ступенчатого фундамента с модулем поверхности $5,8 \text{ м}^{-1}$ с мощностью нагревателей греющей опалубки 300 Вт/м^2 . Данные приведены для опалубки с величиной коэффициента те-

плопередачи $\alpha_{\text{прив}} = 3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$, температуры наружного воздуха $t_{\text{нв}} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Как видно из результатов расчетного эксперимента, температурный градиент и растягивающие напряжения зависят, в первую очередь от величины удельной мощности нагревателей опалубки. Также на эти параметры в меньшей степени влияет массивность конструкции, величина коэффициента теплопередачи опалубки. При сравнении двух способов меньшие значения температурного перепада и растягивающих напряжений в бе-

тоне наблюдаются у метода греющего провода. Это объясняется расположением провода внутри монолитной конструкции, более быстрой доставкой тепла в центральные зоны фундамента. Греющий провод используется один раз, остается в теле бетона. Также к технологическим особенностям способа можно отнести достаточно большую трудоемкость закрепления провода к арматурным изделиям конструкции.

Метод с использованием греющей опалубки позволяет использовать нагреватели многократно. К назначению технологическим параметров обогрева нужно подходить обоснованно. Для снижения величины температурного перепада можно рекомендовать в период подъема температуры отключать напряжение на нагревателях на 0,3-0,6 часа для более равномерного распределения температуры по сечению конструкции.

При использовании периферийного обогрева с греющей опалубкой можно провести тепловую обработку конструкций подземной

части зданий с оптимальными режимами. Наибольший температурный градиент может возникнуть при включении нагревателей с максимальным значением теплового потока. При уменьшении теплового потока или прерывистом включении нагревателей величины температурного градиента и растягивающих напряжений уменьшаются. Снижаются трудовые затраты по сравнению с методом греющего провода. Уменьшается время выдерживания бетона в опалубке по сравнению с методами термоса, предварительного разогрева бетонной смеси.

Заключение

В результате технико-экономического сравнения способов тепловой обработки установлено, что продолжительность бетонных работ с использованием греющей опалубки может быть снижена на 8-14 % по сравнению с обогревом греющим проводом. Стоимость обогрева в греющей опалубке может быть ниже на 4-6 % по сравнению с методом греющего провода.

Литература

1. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. – М.: Минрегион России, 2012. – 280 с.
2. Алимов, Л.А. Технология бетонных работ / Алимов Л.А., Воронин В.В. – М.: Академия, 2015. – 240 с.
3. Арбенев, А.С. Проектирование технологии бетонных работ в зимних условиях. – Новосибирск, НИСИ, 1979. – 80 с.
4. Арбенев, А.С. Теория и технология бетонирования изделий и конструкций с электроподогревом смеси: автореф. дис. доктора техн. наук. – Новосибирск: НИСИ, 1975. – 33 с.
5. Баженов, Ю.М. Технология бетона: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1987. – 415 с.
6. Байбурин, А.Х. Качество и безопасность строительных технологий монография / Байбурин А.Х., Головнев С.Г. – Челябинск, Южно-Уральский государственный университет, 2006. – 453 с.
7. Гныря, А.И. Технология бетонных работ в зимних условиях: учебное пособие / Гныря А.И., Коробков С.В. – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2011. – 412 с.
8. Головнев, С.Г. Технология зимнего бетонирования. Оптимизация параметров и выбор методов. – Челябинск, Южно-Уральский государственный университет, 1999. – 156 с.
9. Головнев, С.Г. Технология бетонных работ в зимнее время: текст лекций. – Челябинск, Южно-Уральский государственный университет, 2004. – 70 с.
10. Головнев, С.Г. Интенсивные методы в технологии бетонных работ зимой: учебное пособие. – Челябинск: Аксиома печати, 2011. – 50 с.
11. Головнев, С.Г. Компьютерное моделирование процессов выдерживания бетона в зимних условиях / Головнев С.Г., Пикус Г.А., Мозгалев К.М. // Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений. – Тех. докл. IV Междунар. симпозиума, 19–22 июня 2012. – Челябинск, Южно-Уральский государственный университет. – 39-42 с.
12. Зубков, В.И. Проектирование технологии бетонирования в зимних условиях: учебное пособие / Зубков В.И., Бондаренко П.И., Молодин В.В. – Новосибирск: НИСИ, 1989. – 88 с.

13. Коваль, С.Б. Предварительный электроразогрев шлакощелочных бетонов: автореф. дис. канд. техн. наук. – Новосибирск: НИСИ, 1990. – 23 с.
14. Коваль, С.Б. Методики расчета и прогнозирования прочности бетона / Коваль С.Б., Молодцов М.В. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Строительство и архитектура, 2011, № 16, вып. 12. Челябинск. – 25-29 с.
15. Красновский, Б.М. Развитие теории и совершенствование методов зимнего бетонирования: автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 1989. – 40 с.
16. Красновский, Б.М. Инженерно-физические основы методов зимнего бетонирования: М.: Юрайт, 2016, в 2 частях, Ч. 1 – 286 с., Ч. 2 – 231 с.
17. Крылов, Б.А. Вопросы теории и производственного применения электрической энергии для тепловой обработки бетона в различных температурных условиях: автореф. дис. доктора техн. наук. – М.: МИСИ, 1970. – 55 с.
18. Крылов, Б.А. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях / Крылов Б.А., Амбарцумян С.А., Звездов А.И. – М.: НИИЖБ, 2005. – 275 с.
19. Миронов, С.А. Теория и методы зимнего бетонирования. – М.: Стройиздат, 1975. – 700 с.
20. Стаценко, А.С. Технология бетонных работ: учебное пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 2006. – 239 с.
21. Теличенко, В.И. Технология строительных процессов: учебник для вузов по специальности «Промышленное и гражданское строительство» / Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лапидус А.А. – М.: Высшая школа, 2006. – 390 с.

References

1. SP 70.13330.2012. Nesushchie i ograždayushchie konstrukcii. – М.: Minregion Rossii, 2012. – 280 s.
2. Alimov, L.A. Tekhnologiya betonnyh работ / Alimov L.A., Voronin V.V. – М.: Akademiya, 2015. – 240 s.
3. Arben'ev, A.S. Proektirovanie tekhnologii betonnyh работ v zimnih usloviyah. – Novosibirsk, NISI, 1979. – 80 s.
4. Arben'ev, A.S. Teoriya i tekhnologiya betonirovaniya izdelij i konstrukcij s elektropodogrevom smesi: avtoref. dis. doktora tekhn. nauk. – Novosibirsk: NISI, 1975. – 33 s.
5. Bazhenov, YU.M. Tekhnologiya betona: uchebnoe posobie. – М.: Vysshaya shkola, 1987. – 415 s.
6. Bajburin, A.H. Kachestvo i bezopasnost' stroitel'nyh tekhnologij monografiya / Bajburin A.H., Golovnev S.G. – CHelyabinsk, YUzhno-Ural'skij gosudarstvennyj universitet, 2006. – 453 s.
7. Gnyrya, A.I. Tekhnologiya betonnyh работ v zimnih usloviyah: uchebnoe posobie / Gnyrya A.I., Korobkov S.V. – Tomsk: Tomskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet, 2011. – 412 s.
8. Golovnev, S.G. Tekhnologiya zimnego betonirovaniya. Optimizaciya parametrov i vybor metodov. – CHelyabinsk, YUzhno-Ural'skij gosudarstvennyj universitet, 1999. – 156 s.
9. Golovnev, S.G. Tekhnologiya betonnyh работ v zimnee vremya: tekst lekcij. – CHelyabinsk, YUzhno-Ural'skij gosudarstvennyj universitet, 2004. – 70 s.
10. Golovnev, S.G. Intensivnye metody v tekhnologii betonnyh работ zimoj: uchebnoe posobie. – CHelyabinsk: Aksioma pečati, 2011. – 50 s.
11. Golovnev, S.G. Komp'yuternoe modelirovanie processov vyderzhivaniya betona v zimnih usloviyah / Golovnev S.G., Pikus G.A., Mozgalev K.M. // Aktual'nye problemy komp'yuternogo modelirovaniya konstrukcij i sooruzhenij. – Tekh. dokl. IV Mezhdunar. simpoziuma, 19–22 iyunya 2012. – CHelyabinsk, YUzhno-Ural'skij gosudarstvennyj universitet. – 39-42 s.
12. Zubkov, V.I. Proektirovanie tekhnologii betonirovaniya v zimnih usloviyah: uchebnoe posobie / Zubkov V.I., Bondarenko P.I., Molodin V.V. – Novosibirsk: NISI, 1989. – 88 s.
13. Koval', S.B. Predvaritel'nyj elektrorazogrev shlakoshchelochnyh betonov: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. – Novosibirsk: NISI, 1990. – 23 s.
14. Koval', S.B. Metodiki rascheta i prognozirovaniya prochnosti betona / Koval' S.B.,

Molodcov M.V. // Vestnik YUzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Stroitel'stvo i arhitektura, 2011, № 16, vyp. 12. CHelyabinsk. – 25-29 s.

15. Krasnovskij, B.M. Razvitiye teorii i sovershenstvovanie metodov zimnego betonirovaniya: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. – M., 1989. – 40 s.

16. Krasnovskij, B.M. Inzhenerno-fizicheskie osnovy metodov zimnego betonirovaniya: M.: YUrajt, 2016. v 2 chastyah, CH. 1 – 286 s., CH. 2 – 231 s.

17. Krylov, B.A. Voprosy teorii i proizvodstvennogo primeneniya elektricheskoy energii dlya teplovoj obrabotki betona v razlichnykh temperaturnykh usloviyakh: avtoref. dis. doktora tekhn. nauk. – M.: MISI, 1970. – 55 s.

18. Krylov, B.A. Rukovodstvo po progrevu monolitnyuh konstrukciy / Krylov B.A., Ambarcumyan S.A., Zvezdov A.I. – M.: NIIGB. – 275 s.

19. Mironov, S.A. Teoriya i metody zimnego betonirovaniya. – M.: Strojizdat, 1975. – 700 s.

20. Stacenko, A.S. Tekhnologiya betonnyh rabot: uchebnoe posobie. – Minsk: Vyshejschaya shkola, 2006. – 239 s.

21. Telichenko, V.I. Tekhnologiya stroitel'nyh processov: uchebnyk dlya vuzov po special'nosti «Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo» / Telichenko V.I., Terent'ev O.M., Lapidus A.A. – M.: Vysshaya shkola, 2006. – 390 s.

Кучин В. Н.,

доцент кафедры «Строительное производство и теория сооружений», кандидат технических наук Южно-Уральский государственный университет. E-mail: kuchinvn@susu.ru

Kuchin V. N.,

Docent Department of "Construction Production and Theory Structures", Candidate of Technical Sciences South Ural State University. E-mail: kuchinvn@susu.ru

Серебrenникова Е. Н.,

старший преподаватель кафедры «Строительные конструкции и сооружения» Южно-Уральский государственный университет. E-mail: serebrennikovaen@susu.ru

Serebrennikova E. N.,

Senior Lecturer, Department of Building Structures and Facilities South Ural State University. E-mail: serebrennikovaen@susu.ru

Поступила в редакцию 29.10.2024