

0+

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И ДИЗАЙН



ARCHITECTURE, URBANISM AND DESIGN

INTERNATIONAL ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL



1(31) / 2022

ISSN 0000-0000



АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И ДИЗАЙН

№ 1(31)/2022 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.

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

ХУДЯКОВ А. Ю., ВОРОНИНА А. А.
Ветроэнергетические установки
в архитектуре гражданских зданий 3

**АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНЦЕПЦИИ
ФОРМИРОВАНИЯ,
РЕКОНСТРУКЦИИ И
РЕВИТАЛИЗАЦИИ ГРАЖДАНСКИХ
И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

СНИТКО А.В.
Развитие архитектурной типологии
производственных зданий текстильных
предприятий центральной России
в контексте мировых тенденций 10

СНИТКО А.В.
Реновация промышленных объектов
и архитектурно-историческая среда:
вопросы корреляции 19

**АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И МАТЕРИАЛЫ**

МЯСНИКОВА А.А.
Повышение активности сталеплавильного
шлака ОАО «ЗМЗ» методом сухого
помола 29

**ИННОВАЦИОННЫЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ
ПРОГРАММЫ**

ФЕДОРОВА М. Ю.
Развитие творческого потенциала студентов
при выполнении практических работ
по дисциплине «Материалы и композиция
в архитектуре и дизайне» 37

**КОМПЬЮТЕРНОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

ЧИСТЯКОВ А.В., ВОРОБЬЕВА А.А.
Виртуальное прототипирование
архитектурной среды – новый метод
архитектурного проектирования 44

ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES

KHUDYAKOV A. Y., VORONINA A. A.
Wind power plants in the architecture
of civil buildings 3

**ARCHITECTURAL CONCEPTS
OF FORMATION,
RECONSTRUCTION AND
REVITALIZATION OF CIVIL AND
INDUSTRIAL BUILDINGS**

SNITKO A.V.
Development of architectural typology
of industrial buildings of textile enterprises
in central Russia in the context of global
trends 10

SNITKO A.V.
Renovation of industrial facilities
and architectural and historical environ-ment:
correlation issues 19

**ARCHITECTURAL
AND CONSTRUCTION
TECHNOLOGIES AND MATERIALS**

MYASNIKOVA A.A.
Increasing activity of steelmaking slag of OJSC
“ZMP” by dry grinding 29

**INNOVATIVE EDUCATIONAL
PROGRAMS**

FEDOROVA M. Y.
Students creative potential development during
practical works in the discipline "Materials
and composition in Architecture
and design" 37

COMPUTER-AIDED DESIGN

CHISTYAKOV A.V., VOROBYEVA A.A.
Virtual prototyping of architectural
environment – the new method of architectural
design 44

Худяков А. Ю., Воронина А. А.

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ В АРХИТЕКТУРЕ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Обостряющаяся экологическая ситуация, которая затрагивает все сферы жизнедеятельности человека, является глобальной проблемой. Процесс ухудшения состояния окружающей среды идёт поэтапно: начиная с экологического решения отдельного здания, заканчивая формированием крупных единиц – микрорайонов, городов и т.д.

Исчерпаемость природных ресурсов способствует распространению практико-ориентированного подхода, что диктует потребность в применении экологической архитектуры.

Одним из ключевых направлений адаптации к воздействию климата является применение альтернативных источников энергии и внедрение энергоэффективных систем в архитектурный облик здания. Такие решения определяют развитие современной архитектуры в рамках взаимодействия искусственной среды и природы.

Архитектурное проектирование и инженерия стали тесно связанными, поскольку на сегодняшний день при создании проектов необходимо учесть большой перечень факторов – комфорт, эстетика, передовые строительные материалы и технологии, современные стандарты коммуникаций и оборудования и др.

В связи с этим выделяют следующие важнейшие в мировой архитектурной инженерии критерии: энергоэффективность зданий; их независимость и автономность от централизованных сетей; экологичность и общая эффективность всей архитектурной среды.

Перечисленные выше факторы не только отражают архитектуру XXI века, но и являются позитивными альтернативными решениями при борьбе с энергокризисом, эко-кризисом и эко-социальном кризисом.

Ветровая энергетика, как разновидность альтернативного источника энергии, – перспективное направление, возможности которого ещё не всецело раскрыты. Архитектурная культура балансирует между противоположными полюсами – фундаментальные традиции и инновационный поток перемен. Именно архитектор обладает всеми умениями, позволяющими создать здание – «умный организм», который способен реагировать на окружающую среду и регулировать своё состояние, трансформируя сигналы в реакции.

Ключевые слова: архитектурный облик, экология, климатология, энергоэффективность, ветроэнергетика, инженерные технологии.

A. Y. Khudyakov, A. A. Voronina

WIND POWER PLANTS IN THE ARCHITECTURE OF CIVIL BUILDINGS

The aggravated ecological situation is a global problem, which affects all spheres of human life. The process of environmental degradation proceeds in stages: starting with the ecological decision of a separate building, ending with the formation of large units - micro districts, cities, etc.

The exhaustibility of natural resources contributes to the spread of a practice-oriented approach, which dictates the need for the use of ecological architecture.

One of the key areas of adaptation to the impact of climate is the use of alternative energy sources and the introduction of energy efficient systems in the architectural appearance of the building. Such decisions determine the development of modern architecture within the framework of the interaction between the built environment and nature.

Architectural design and engineering have become closely related, since today, when creating projects, it is necessary to take into account a large list of factors - comfort, aesthetics, advanced building materials and technologies, modern standards of communications and equipment, etc.

In this regard, the following most important criteria in world architectural engineering are singled out: energy efficiency of buildings; their independence and autonomy from centralized networks; environmental friendliness and overall efficiency of the entire architectural environment.

The factors listed above not only reflect the architecture of the 21st century, but are also positive alternative solutions in the fight against the energy crisis, eco-crisis and eco-social crisis.

Wind energy, as a kind of alternative energy source, is a promising direction, the possibilities of which have not yet been fully disclosed. Architectural culture balances between opposite poles - fundamental traditions and an innovative flow of change. And it is the architect who has all the skills to create a building - a "smart organism" that is able to respond to the environment and regulate its state, transforming signals into reactions.

Keywords: *architectural appearance, ecology, climatology, energy efficiency, wind energy, engineering technologies.*

Объективная потребность в создании программы по изменению климата – это необходимый инструмент проектирования не только отдельного здания, но и способствующий краткосрочному и долгосрочному развитию города во всех аспектах [1].

Известно, что в летнее время практически на всех континентах наблюдаются природные катаклизмы: аномальная жара, таяние ледников и вечной мерзлоты, снижение биоразнообразия и другие природные явления. Ещё с 1950-х годов учёные начали предупреждать о негативном влиянии человеческой деятельности на экосистему Земли. Но не все страны стали с осторожностью относиться к нашей планете. Этому есть подтверждение в виде Парижского соглашения, основанное на переговорах 21-й сессии Парижской конференции сторон (COP 21), прошедшей в декабре 2015 г. Цель данного документа заключается в снижении показателя глобального потепления до 1,5°C. Парижское соглашение подписали 197 стран и вступило в силу в ноябре 2016 г. Страны должны предложить свои национальные планы действий по проблеме изменения климата, которые называются «определяемые на национальном уровне вклады» (ОНВ).

Европейские города разработали соответствующие планы действий по проблеме изменения климата: сокращение основной части всех выбросов CO₂ и компенсацию

остающихся несокращаемых выбросов, которые возникают в процессе жизнедеятельности человека. Для реализации общей цели необходимо, чтобы города и горожане стали лидерами в экологическом преобразовании. Кроме этого, важно то, чтобы были привлечены все участники процесса: частные и государственные.

План действий на период до 2030 г. охватывает шесть основных категорий, одним из ключевых которых является энергия. Предложены следующие решения по данной категории: формирование местной системы управления энергией и увеличение, производство возобновляемых источников энергии на территории [2].

Экологические аспекты проектирования в РФ начали интересовать застройщиков лишь в начале XXI века в связи с обострением экологической ситуации и с требованиями повышения энергоэффективности [3]. Одним из направлений по повышению энергоэффективности здания является архитектурно-пространственная организация биоклиматических зданий. Наиболее полно инженерные аспекты, приемы формирования микроклимата в здании рассмотрены в работах Ю.А. Табунщикова [4, 5].

Применение альтернативных источников энергии остается актуальным решением при создании энергоэффективного здания [6]. Структура энерго-рынка в России такова, что

стоимость электроэнергии для конечного потребителя состоит из двух компонент – собственно цены электроэнергии и стоимости мощности. Энергия ветроэнергетических установок остается в разы дороже традиционной энергетики и при этом не гарантирует выдачу требуемой мощности. В ряде стран ветровая энергия уже дешевле традиционной газовой генерации именно за счет дорогого газа. Потенциал использования ветроэнергетики нужно доказать и при этом учесть ряд важных аспектов. Их использование становится оправданным для удаленных районов, отключенных от единой энергосистемы. В ряде случаев в таких районах задействуются дизель-генераторы. У ветровой энергетики есть преимущества перед традиционной (с использованием природного газа, нефти), но имеется существенный недостаток: ветер часто меняет направление и его сила непостоянна.

Таким образом, для разработки фасадного элемента, способного улавливать ветер и перерабатывать энергию необходимо учесть следующее [7]:

- аэродинамические нагрузки на лопасти;
- инерционные и гироскопические силы, возникающие при изменении режима работы или при изменении ориентации элементов;
- дисбаланс лопастей и других движущихся элементов;
- изменчивость ветрового потока по скорости и по направлению, включая турбулентные пульсации ветра;
- обледенение.

В западных странах использование энергии ветра считается одним из самых развитых направлений возобновляемой энергетики. Эта отрасль специализируется на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве [8]. Ветроэлектростанции или ветропарки размещаются на больших открытых территориях. Мнение людей разделяется: одни воспринимают положительно, считая, что данное решение необходимо, поскольку ветроэнергетические установки – символ чистой энергии; другие считают, что такое решение портит пейзаж, создаёт шум, уничтожает птиц, попавшихся в зону работы лопастей. Поскольку использование получаемой энергии не способно постоянно обеспечивать энергией, ввиду известных причин, то целесообразно решить данную проблему путём внедрения ветрогенераторов в структуру городской среды, расположив их на здании для обеспечения жизнедеятельности человека [9].

Существуют сложности при реализации данного решения. Город – это сложная сформировавшаяся структура улиц, жилых комплексов, где потоки ветра не только изменяют своё направление, но и встречаясь с препятствиями, уменьшают скорость, а значит и свою мощность. Именно поэтому усилия архитекторов и инженеров направлены на то, чтобы, объединив идеи использования энергии ветра, функциональное назначение зданий, принципы создания архитектурной формы, климатические особенности местности и градостроительную ситуацию территории проектирования, получить гармоничный результат [10].

При рассмотрении взаимодействия здания, его оболочки и формы, с ветровыми потоками встает вопрос о энергоэффективности. Так, оптимальная форма здания и его расположение на местности с учетом преобладающих направлений ветровых потоков способны обеспечить уменьшение теплопотерь [11,12]. При формировании объемного решения здания нужно учитывать характер фасада, его свойства (рельефность, различную фактуру, особенности «перфорации» фасада окнами и т.д.) и наличие крупных сквозных полостей в здании, которые могут различаться своей геометрией.

В исследовании «Обтекание высотных зданий и сооружений атмосферным ветром в условиях городской застройки» сформирован набор характерных моделей [13]. Данный набор определяет характер городской среды при помощи различных факторов: время застройки, регион, тенденции и климат (рис.).

Так, в исторической застройке характерна плотная периметральная планировка; в 1960–1970 годы была распространена линейная застройка с невысокой плотностью; современным градостроительным решением является внедрение квартальной застройки с повышенной или высокой плотностью.

Конечным результатом исследования стала матрица, с помощью которой можно увидеть связь форм зданий и их функций, этажности объекта и наиболее важных в зависимости от неё дополнительных характеристик, а также свойственное определенной типологии и высотности взаиморасположение зданий в среде. В схеме приведены как возможные основные варианты моделей наиболее общей геометрии, так и сами характеристики, определяющие разнообразие моделей, их форм и геометрии [14].

В настоящее время существует много реализованных и проектных решений интеграции ветроэнергетических установок в зда-

Средовые характеристики							
Застройка 1960-1970 г. Купчино, Санкт-Петербург, Россия	Современная квартальная застройка Район Эйбург, Амстердам, Нидерланды	Застройка Пекин, Китай	Историческая застройка Барселона, Испания				

Рис. Примеры архитектурной среды с различными характерными планировочными решениями

ния. В представленной таблице приведены 5 вариантов архитектурных решений по месту расположения ветроэнергетических установок и их влиянию на формообразование основного объема [15,16,17].

Важным условием устройства ветроге-

нератора в структуре здания является учет шума и вибраций, производимых им, безопасности подвижных частей. Стоит отметить то, что при близком расположении ветрогенераторов происходит усиленная выработка энергии, поэтому целесообразно интегри-

Таблица

№	Расположение	Схема	Пояснение
1	Размещение ветрогенератора с горизонтальной осью вращения в верхней части высотного здания.		Свободный доступ ветра; отсутствие препятствий; существует независимо от общей формы здания.
2	Размещение ветрогенератора с вертикальной осью вращения в верхней части малоэтажного здания.		Нет необходимости учитывать направление потока ветра. Работает на низких скоростях ветра.
3	Внедрение в тело здания механизма с вертикальной осью вращения. Ветрогенератор может располагаться как на крыше, так и между этажами.		Объем пропеллера может быть интегрирован в любое место здания. Формирование пластики здания: объём здания приобретает более плавные черты для того, чтобы усилить и направить потоки ветра в необходимое место.
4	Расположение ветроагрегатов сбоку объема здания.		Зависимость от формы здания: форма дома стимулирует силу движения воздуха и турбины, вырабатывая всю необходимую энергию.
5	Ветрогенераторы расположены между корпусами зданий.		Возможность размещения генераторов любых размеров на независимом каркасе.

ровать несколько ветрогенераторов, близко расположенных друг к другу [18].

При проектировании здания архитектор решает задачу наилучшим образом использовать положительное и максимально нейтрализовать отрицательное воздействие наружного климата на тепловой баланс здания. В это же время инженер решает задачу организации системы климатизации здания с наименьшими затратами энергии [19].

Лучшим результатом работы архитектора и инженера является оптимальное энергоэффективное здание, обеспечивающее минимум расхода энергии в системах его климатизации. В качестве оценки работы архитектора и инженера может быть удельная тепловая характеристика здания, отнесенная к одному из расчетных климатических периодов. Этот показатель позволяет сравнить достигнутый результат с уже существующим, но не дает ответа на вопрос, можно ли запроектировать более энергоэффективное здание [20].

Об уровне мастерства архитектора и инженера с точки зрения энергоэффективности здания можно судить, используя соотношение $\eta = W_{\min} / W$, которое показывает, насколько представленное решение здания отличается от оптимального. Здесь W_{\min} – затраты энергии на климатизацию здания с оптимальными архитектурными и инженерными решениями, W – затраты энергии на климатизацию представленного проектного решения здания.

Величина η изменяется в пределах от 0 до 1. Чем ближе величина η к 1, тем ближе выбранные архитектурные и инженерные решения к оптимальным решениям и тем выше мастерство архитектора и инженера.

В соответствии с системным подходом к проектированию энергоэффективного здания величину η можно записать так: $\eta = \eta_A \eta_E$, где $\eta_A = Q_A \min / Q$, $\eta_E = Q_E \min / Q$, где $Q_A \min$ – затраты энергии на климатизацию здания с оптимальными архитектурными решениями;

$Q_E \min$ – затраты энергии на климатизацию здания с оптимальными инженерными решениями.

Теперь η_A можно трактовать как показатель мастерства архитектора, а η_E – как показатель мастерства инженера.

Заключение

Таким образом, приоритетным направлением в решении мирового энергетического кризиса является использование малых ветроэнергетических установок в системах инженерного обеспечения зданий любого функционального назначения.

Использование ветровой энергии особенно привлекательно при строительстве высотных зданий. Мощные ветровые турбины устанавливаются внутри самого здания, как правило, на технических этажах. Они позволяют ветру продувать здание насквозь, не создавая при этом сквозняков и воздушных ям. Благодаря обтекаемой форме здания воздушные массы, попадая в специальные каналы ветровых турбин, будут воздействовать на установленные ветровые генераторы. Таким образом, все необходимая энергия будет вырабатываться с помощью генераторов, что позволит значительно сократить расходы на другие виды электроэнергии. Кроме того, подобные установки позволят контролировать уровень охлаждения здания, тем самым предотвратить его перегрев.

Одновременное использование различных видов альтернативной энергетики, например, ветровой и солнечной или геотермальной, наиболее эффективно. Дополняя друг друга, совместно они гарантируют производство достаточного количества электроэнергии на любых территориях и в любых климатических условиях.

Тесное взаимодействие архитектора и инженера позволит создать не только эстетический архитектурный объект, но и экономически выгодный, экологически чистый с применением новейших технологий.

Литература

1. Бумаженко О.В. Энергоэффективное (экологическое) строительство // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». – М., 2002. – № 1.
2. Horn, С. Планы действий по изменению климата как необходимый инструмент планирования для городов / С. Horn – Текст: электронный // Проект Байкал. – 2019. № 62. – С. 9–17.
3. Иовлев, В. И. Экологический подход к архитектурному формообразованию [Текст] / В.И. Иовлев // Строительство (Известия вузов). – 2007. – № 8. – С. 87–91.
4. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания. – М.: АВОК-Прес.203. – 200 с.

5. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий // АВОК. – 1998. № 1. – С. 5 – 10.
6. Агекян А. Л., Токарева П. С., Куршева Д. С. Актуальность учета ветровых потоков в архитектуре // Сборник научных статей V Всероссийской научно-практической конференции «Искусство и дизайн: история и практика». – 2020. – С. 205 – 211.
7. Перемутьер А.В. Очерки по истории металлических конструкций: Издание второе, перераб. И дополн. – М.: Издательство СКАД Софт, Издательский дом АСВ, – 2015. – С 140 – 154.
8. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 224 с.
9. Фёдоров О. П. XX-й век: становление ветроэнергетики. Территориально-планировочные основы организации ветропарков // Современные проблемы истории и теории архитектуры. – 2016. – С. 172 – 175.
10. Горюнов В.С., Боброва Д.М. Ветроэнергетика как фактор формообразования современной архитектуры // Доклады 68-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета / СПбГАСУ. – В 5 ч.- Ч. III. – СПб., 2011. – 256 с.
11. Сапронова О.М., Бирюкова Т.П. Повышение энергоэффективности зданий и сооружений // Вестник МГСУ. – 2011 г, – № 4 – С. 337 – 341.
12. Кологривова Л.Г., Ковтун О.В. Энергосберегающие решения энергоэффективных зданий // Промышленное и гражданское строительство. – 2004. – №6. – С. 22 – 24.
13. Айрапетов А. Б., Вышинский В. В., Катунин А. В. Расчётные и экспериментальные исследования обтекания высотных зданий и сооружений атмосферным ветром в условиях городской застройки // Труды МФТИ. – 2017. Том 9, № 2. – С. 5 – 12.
14. Современные подходы и методики научно-исследовательской работы в архитектуре: сборник научных трудов по результатам I и II Круглых столов за 2020 – 2021 г.; СПбГАСУ. – Санкт-Петербург. – 2021. – С. 68 – 81.
15. Боброва Д.М. Ветровые установки в архитектуре высотных зданий // Актуальные проблемы современного строительства: 63-я Международная научно-техническая конференция молодых ученых / СПбГАСУ. – Ч. I. – СПб., – 2010. – 270 с.
16. Sinisa Stankovic, dr Neil Campbell, dr Alan Harries «URBAN WIND ENERGY», First published by Earthscan in the UK and USA. – 2009. – С.150.
17. Груничев И. А. Интеграция ветроэнергетических установок в архитектуру малоэтажных жилых зданий // Вестник гражданских инженеров. – 2017. № 2 (61). – С. 5 – 13
18. Подолян. Л.А. Энергоэффективность жилых зданий нового поколения: автореф. дис. уч. ст. канд. техн. наук: 05.23.01/ Л.А. Подолян. – Москва. – 2005. – 185 с.
19. Сологубов Ю.П., Гордеева Т.Е. Анализ планировочных решений жилых зданий по энергоэффективности // Градостроительство и архитектура. – 2015. №4 (21). – С.104 – 107. DOI: 10.17673/Vestnik.2015.04.14.
20. Буренина И.В., Батталова А.А., Гамилова Д.А., Алексеева С.В. Мировая практика управления энергоэффективностью. Науковедение, № 3, 2014.

References

1. Bumazhenko O.V. Energy-efficient (environmental) construction // Electronic journal of the energy service company “Ecological Systems”. – М., 2002. – № 1.
2. Horn, C. Action plans for climate change as a necessary planning tool for cities / C. Horn - Text: electronic // Project Baikal, 2019. No. 62. M. Scientific basis for the design of energy efficient buildings. – 1998. № 1. – pp. 9 – 17.
3. Iovlev, V.I. Ecological approach to architectural shaping [Text] / V.I. Iovlev // Construction (News of universities), 2007. – No. 8. M. Scientific basis for the design of energy efficient buildings. – 1998. № 1. – pp. 87 – 91.
4. Tabunshchikov Yu.A., Brodach M.M., Shilkin N.V. Energy efficient buildings. – М.: AVOK-Press.203. – 200 p.
5. Tabunshchikov Yu. A., Brodach M. M. Scientific basis for the design of energy efficient buildings. – 1998. № 1. – pp. 5 – 10.
6. Agekyan A. L., Tokareva P. S., Kursheva D. S. The relevance of accounting for wind

- flows in architecture // Collection of scientific articles of the V All-Russian scientific and practical conference “Art and design: history and practice”. – 2020, – pp. 205 – 211.
7. Peremulter A.V. Essays on the history of metal structures: Second edition, revised. And additional - M.: Publishing house SKAD Soft, Publishing house DIA. – 2015. – pp. 140 – 154.
 8. Elistratov V.V. Use of renewable energy. - St. Petersburg; Publishing House of the Polytechnic. un-ta. – 2008. – 224 p.
 9. Fedorov O. P. XX-th century: the formation of wind energy. Territorial-planning bases for the organization of wind farms // Modern problems of the history and theory of architecture. – 2016. – pp. 172 – 175.
 10. Goryunov V.S., Bobrova D.M. Wind power as a factor in the formation of modern architecture // Reports of the 68th scientific conference of professors, teachers, scientists, engineers and graduate students of the university / SPbGASU. – At 5 o'clock – Part III. – St. Petersburg. – 2011. – 256 p.
 11. Sapronova O.M., Biryukova T.P. Improving the energy efficiency of buildings and structures // Vestnik MGSU. – 2011, № 4.
 12. Kologrivova L.G., Kovtun O.V. Energy-saving solutions for energy-efficient buildings // Industrial and civil construction. – 2004. – № 6. – pp. 22 – 24.
 13. Airapetov A. B., Vyshinsky V. V., Katunin A. V. Computational and experimental studies of atmospheric wind flow around high-rise buildings and structures in urban areas // Proceedings of the Moscow Institute of Physics and Technology, 2017. Volume 9, №. 2, – pp. 5 – 12.
 14. Modern approaches and methods of research work in architecture: a collection of scientific papers based on the results of I and II Round tables for 2020 - 2021; SPbGASU. – St. Petersburg. – 2021. – pp. 68 – 81.
 15. Bobrova D.M. Wind turbines in the architecture of high-rise buildings // Actual problems of modern construction: 63rd International Scientific and Technical Conference of Young Scientists / SPbGASU. – Ch. I. – St. Petersburg. – 2010. –270 p.
 16. Sinisa Stankovic, dr Neil Campbell, dr Alan Harries “URBAN WIND ENERGY”, First published by Earthscan in the UK and USA. – 2009. – p.150.
 17. Grunichev I. A. Integration of wind power installations into the architecture of low-rise residential buildings // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. – 2017. №. 2 (61). – pp. 5 – 13.
 18. Podolyan. L.A. Energy efficiency of new generation residential buildings: Ph.D. dis. uch. Art. cand. tech. Sciences: 05.23.01/ L.A. Podolyan. - Moscow. – 2005. – 185 p.
 19. Sologubov Yu.P., Gordeeva T.E. Analysis of planning solutions for residential buildings in terms of energy efficiency // Urban planning and architecture. – 2015. № 4 (21). – pp. 104 –107.
 20. Burenina I.V., Battalova A.A., Gamilova D.A., Alekseeva S.V. Worldwide practice of energy efficiency management. Science of Science, № 3, 2014. naukovedenie.ru/PDF/125EVN314.pdf.

Худяков А.Ю.,

доцент кафедры «Архитектуры», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, 454080, Россия. E-mail: khudiakovai@susu.ru

Khudyakov A. Yu.,

associate Professor of the Department of Architecture, South Ural State University, c. Chelyabinsk, Russia, 454080. E-mail: khudiakovai@susu.ru

Воронина А.А.,

студент – магистр кафедры «Архитектура», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, 454080, Россия. E-mail: missis.nast97@yandex.ru

Voronina A.A.,

student Master of the Department of Architecture, South Ural State University, c. Chelyabinsk, Russia, 454080. E-mail: missis.nast97@yandex.ru

Поступила в редакцию 08.03.2022

РАЗВИТИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ ТИПОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ В КОНТЕКСТЕ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ

Одной из старейших промышленных отраслей, которые бурно развивались в Центральном районе России (вокруг Москвы, особенно к северо-востоку от неё), была текстильная. В начале 1930-х гг. её производственные здания составляли 90% всех промышленных построек района.

В городах региона сохранилось немало объектов периода зарождения промышленного зодчества. Большинство из них было построено для текстильных предприятий. Огромно количество действующих корпусов второй половины XIX – начала XX века. Немало новых зданий отрасли построено в годы Советской власти. Весь этот потенциал используется как в производственных, так и в общественных (после проведения реновации) целях.

Развитие архитектуры текстильных предприятий Центрального района России шло в общемировом контексте развития типологии корпусов отрасли, вбирало в себя актуальный современный опыт (на тот или иной период) проектирования. Постепенное совершенствование отраслевых технологий, технологий строительства, повышение социальных требований естественным образом отражалось на внутреннем устройстве производственных зданий отрасли.

В статье изложен не только процесс их развития в рассматриваемом районе, этот процесс впервые соотнесен с эволюцией типологии зданий текстильной отрасли за рубежом и в целом в России (затем СССР). В работе последовательно показано возникновение новых типов зданий и их отдельных решений в Англии, США, а также внедрение строительства таких объектов в нашей стране. Продемонстрировано, насколько велико было отставание этого внедрения в XVIII и начале XIX веков, и как постепенно на рубеже XIX–XX веков архитектура текстильных предприятий района стала равноправной участницей разработки передовых объемно-планировочных и конструктивных решений.

Сегодня, когда начинается активный пересмотр возможности старых построек удовлетворять новым производственным требованиям, изучение особенностей их типологии в целом и реализованных решений по улучшению условий труда в частности является важной не только теоретической, но и практической необходимостью.

Ключевые слова: текстильная промышленность, типы зданий, ячейково-зальная структура, эволюция конструкций, улучшение условий труда

DEVELOPMENT OF ARCHITECTURAL TYPOLOGY OF INDUSTRIAL BUILDINGS OF TEXTILE ENTERPRISES IN CENTRAL RUSSIA IN THE CONTEXT OF GLOBAL TRENDS

One of the oldest industrial branches that developed rapidly in the Central region of Russia (around Moscow, especially to the northeast of it) was textile. In the early 1930s, its industrial buildings accounted for 90% of all industrial buildings in the district.

In the cities of the region, many objects of the period of the origin of industrial architecture have been preserved. Most of them were built for textile enterprises. A huge number of active buildings of the second half of the XIX - early XX century. Many new buildings in the industry were built during the Soviet era. All this potential is used both in production and in public (after renovation) purposes.

The development of the architecture of textile enterprises of the Central district of Russia took place in the global context of the development of the typology of the buildings of the industry, absorbed the current modern experience (for a particular period) of design. The gradual improvement of industry technologies, construction technologies, and the increase in social requirements were naturally reflected in the internal structure of industrial buildings in the industry.

The article describes not only the process of their development in the area under consideration, this process is for the first time correlated with the evolution of the typology of buildings in the textile industry abroad and in Russia as a whole (then the USSR). The paper consistently shows the emergence of new types of buildings and their individual solutions in England, the USA, as well as the introduction of the construction of such facilities in our country. It is demonstrated how great was the lag of this implementation in the XVIII and early XIX centuries, and how gradually at the turn of the XIX-XX centuries the architecture of textile enterprises of the district became an equal participant in the development of advanced space-planning and design solutions.

Today, when the active revision of the ability of old buildings to meet new production requirements begins, the study of the features of their typology in general and implemented solutions to improve working conditions in particular is an important not only theoretical, but also practical necessity.

Keywords: *textile industry, types of buildings, cell-hall structure, evolution of structures, improvement of working conditions.*

Текстильная промышленность – одна из первых отраслей, где эксперименты по развитию технологий и типологии зданий шли «на переднем рубеже». Родоначальницей этого процесса общепризнанно является Англия. Действительно, именно здесь появились первые мощные текстильные фабрики.

До XVIII века технологический процесс отрасли базировался на ручном труде. Такое производство не предъявляло к зданиям особых требований. Соответственно, здания текстильной отрасли представляли собой простые небольшие одноэтажные деревянные или каменные (кирпичные) постройки с общим внутренним пространством.

Переход от использования в текстильной технологии инструментов к использованию станков был невозможен без «подключения» к ним иной энергии, нежели мускульная (человека). Первой такой энергией стала энергия воды путем использования её через водяные колеса.

Впервые текстильное предприятие, использовавшее энергию воды через водяное колесо и шaftовую систему к станкам, было построено в Англии в 1718 г. в Дерби (фабрика братьев Лэмбе). Это была шелкопрядильная фабрика. Она представляла собой небольшое в плане сооружение размерами около 12х33 метра. Но оно насчитывало 5 этажей

[25]. Новой была и его объемно-планировочная структура: ячейково-зальная (наружные стены, внутренний каркас). Эта структура стала основной на долгие годы. Конструктивная система – стены из кирпича, колонны и перекрытия из дерева [6]. Естественно, что такая объемно-планировочная структура была обусловлена применением однотипных машин для производства.

В это время в России в целом и в её Центральном районе в частности производство строилось на широком применении ручного труда, в том числе и на крупных предприятиях (мануфактурах). В основном их здания представляли собой деревянные небольшие корпуса. Наиболее передовые предприятия строились в виде кирпичных одноэтажных периметральных зданий с внутренним двором. Многоэтажные производственные здания текстильного производства стали появляться в центральной России только в 1770-х гг. В селе Иваново в 1780-е гг. построены 3-хэтажные кирпичные здания текстильных мануфактур Е. Грачева, О. Сокова размерами около 12х30 метров [17]. Их типологическая структура уже использовала ячейково-заль-

ные помещения с одним рядом деревянных колонн на 2-м и 3-м этажах. Первый этаж имел бескаркасную структуру, перекрывался коробовыми сводами из кирпича.

В те же 1780-е гг. в Англии началось применение паровых машин [7]. Сначала паровые машины приводили в движение станки через ту же шaftовую систему [21]. В 1850-60-х гг. появляется веревочная (позднее ременная) система передачи энергии, впервые применявшаяся в Англии и США [19]. В зданиях фабрик появляются специальные пристроенные помещения для паровых машин – котельные [18].

Однако изменение вида энергии не привело к трансформации типа основного производственного пространства (рис. 1). Продолжилось применение ячейково-зальной структуры [2]. Вместе с тем, изменение коснулось конструктивной основы. В 1770-х гг. вместо деревянных колонн и балок стали применяться чугунные, а несколько позже на смену деревянным пришли кирпичные сводчатые (по металлическим балкам) перекрытия [23]. Такая система стала основной вплоть до конца XIX века [20].

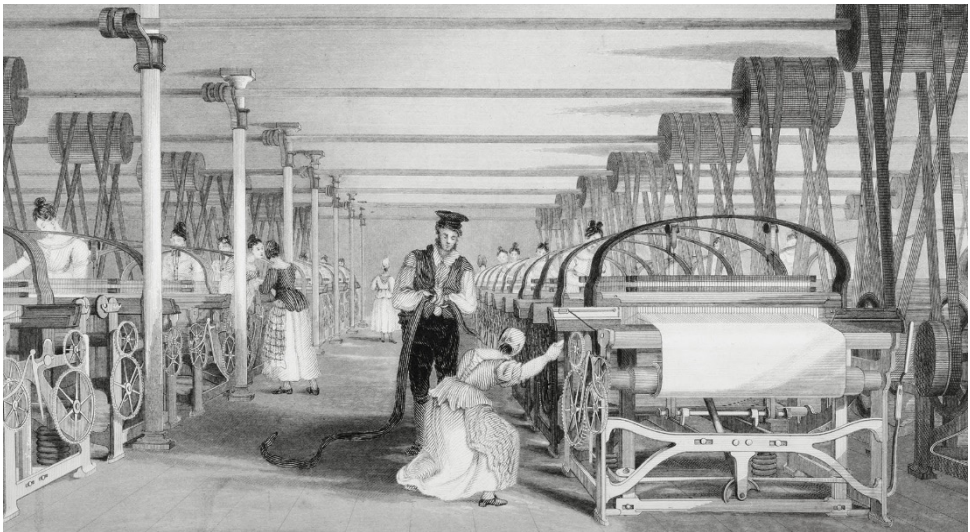


Рис. 1. Типичный интерьер основного производственного цеха корпуса английской текстильной фабрики в сер. XIX в.

В России первая фабрика, базирующаяся на фабричных технологиях основывается только в 1798 г. (Александровская мануфактура под Санкт-Петербургом). В 1800 г. утверждается проект её строительства. В её льнопрядильном корпусе впервые в России по английским аналогам была применена ячейково-зальная структура цехов с тремя рядами чугунных колонн и кирпичных сводов в перекрытиях по металлическим балкам [16].

В Центральном промышленном районе России начало массового строительства таких корпусов относится лишь к 1830-40-м годам [3]. Строятся корпуса фабрик Голицына в Раменском, Гарелина в Иваново, Попова в Шуе и др. [9, 14]. В 1847 г. английский специалист Людвиг Кнопп строит прядильный корпус с 2 паровыми машинами на фабрике Морозова в Никольском (Орехово-Зуево).

Натурные обследования автором корпусов текстильных фабрик региона и анализ

графических архивных материалов позволили сделать вывод о том, что последовательное эволюционирование их конструктивной и объемно-планировочной структуры естественным образом избежало начальных стадий, характерных для английских фабрик (деревянные колонны, водяные колеса с шaftовой системой и т.п.).

Общий принцип построения производственных залов, впрочем, был скопирован неизменно – внутренний каркас, подогнанный под поставившееся из-за рубежа оборудование. Сетка колонн – от 2,3 × 4,2 м до 3,5 × 5,5 м. Число этажей доходило до 5-ти, ширина зданий с условием естественного освещения цехов (что было важно для XIX века, еще не имевшего в большом распространении электричества) – в пределах 22 метров, длина – до 100 метров.

Кроме того, стоит отдельно остановиться на влиянии на объемно-планировочную структуру и конструктивную систему производственных зданий некоторых статей Строительного Устава Российской империи. Так, по мнению автора, одним из важных требований были противопожарные. Как показал сравнительный анализ Строительных Уставов разных периодов, выполненный автором, согласно редакции Устава 1845 г. «во всех огнедействующих заводах все лестницы должны быть устраиваемы непременно каменные». А уже в редакции 1874 г. «во всех каменных заводских и фабричных зданиях, за исключением винокуренных, лестницы должны быть из несгораемого материала: камня, кирпича, чугуна или железа; причем в каждом здании, имеющем более двенадцати сажен в длину, надлежит устраивать не менее двух таких лестниц; лестницы могут быть делаются как внутри зданий, так и в пристройках с концов и боков оных» [10, 11].

Натурные обследования автора как раз и фиксируют эволюцию применения строительных материалов в лестничных клетках. Так, если в прядильном корпусе фабрики Гарелина (ныне комбинат им. Самойлова) длиной более 75 метров постройки 1848 г. единственная лестница была выполнена из камня и кирпича (редко представленное явление, дошедшее до сегодняшних времен в целостности и сохранности!), то широкое применение металлических лестниц начинается именно с середины 1870-х гг.

Основой же планировки корпусов стал производственный зал или несколько производственных залов, последовательно расположенных друг за другом. В качестве коммуникационных элементов в торцах этих

залов, а чаще между ними в капитальных стенах располагались вертикальные коммуникации – лестницы, канатные или шaftовые системы. Таким образом формировалось четкое прямоугольное единое нерасчлененное пространство производственного зала правильной формы, что было целесообразно как технологически, так и конструктивно. Коммуникативные помещения вначале проектировались в виде отдельных блоков (лестницы – с выносом от основного объема производственного зала, а блоки шaftовых и канатных систем – в продолжение, в ширину производственного зала). С 1880-х годов получает распространение единый лестнично-канатный блок в ширину здания между производственными залами, что придало объемам зданий фабрик меньшую расчлененность.

В 1830-х гг. в текстильной отрасли появляется одноэтажный тип здания. При аналогичной с многоэтажными корпусами ячейково-зальной планировочной структуре у него появились возможности увеличения размеров в плане. Это стало возможным благодаря применению верхнего освещения фонарями типа шед. Габариты таких корпусов достигали 90 × 120 метров. В России начало строительства таких зданий пришлось на 1860-е гг. (Санкт-Петербург). В Центральной России это явление распространяется с 1890-х годов. Конструктивное решение их соответствовало решениям многоэтажных текстильных фабрик: внутренний металлический каркас, кирпичные наружные несущие стены. До середины XX века такие корпуса во всем мире стали часто используемым типом производственного здания текстильной отрасли [22].

С конца XIX века на предприятиях России и региона активно стала использоваться противопожарная система Гринеля, состоящая из водонапорной башни с баком (обычно размещаемой над лестнично-лифтовым узлом) и разведенных по цехам под потолком труб. Такая система была придумана французом Гринелем в 1870-х гг., внедрена на французских предприятиях, и через 20 лет появилась в России [8].

В 1880-е гг. в Европе и США в практику строительства текстильных предприятий стали внедряться плоские крыши. В России и регионе они появились лишь в начале XX столетия [13].

С конца XIX века в строительстве текстильных предприятий начинает применяться железобетон [24]. Сначала в виде железобетонных сводиков по балкам (взамен кирпичных). В начале XX века железобетон

уже применяется для внутренних колонн и плоских монолитных перекрытий по главным и второстепенным балкам (кирпично-железобетонная система), а затем заменяет и наружные простенки, превращающиеся в колонны. Таким образом, конструктивная система превращается из неполного каркаса в полный каркас [5]. Первым в России этот новый принцип формирования конструктивной структуры здания осуществил в 1907 г. на фабрике Севрюгова (ныне Кинешемская фабрика №2) А. Кузнецов (совместно с фирмой «Инженерное дело»). И если раньше архитектурно-типологические и конструктивные процессы развития зданий текстильной отрасли в России шли позади европейских (сначала на 80, затем на 40, затем на 20 лет), то здесь этот разрыв практически исчез.

Новые производственные и типологические аспекты появились в конце XIX в. также и с внедрением электричества. Внедрение электричества в типологическом отношении повлияло на изменение двух характеристик производственных зданий текстильной отрасли. Во-первых, это увеличение ширины многоэтажных (вследствие возможности устройства искусственного освещения) до 30-36 м и более, а во-вторых, «ненужность» устройства помещений передающих устройств шафтовых, ременных передач.

Вместе с этим оно обусловило появление новых сооружений в структуре промышленных предприятий – электрических подстан-

ций. Вместе с котельными они были практически первыми производственными сооружениями зарождающейся на рубеже веков энергетической отрасли и в это время представляли собой небольшие в плане (до 10 × 20 метров) единые внутри зальные объемы с высотой 6 – 10 метров, в виде пристроек к основным производственным корпусам или отдельно стоящих зданий.

В этот период продолжают поиски совершенствования интерьеров производственных пространств текстильных предприятий в направлении создания здоровой воздушной среды цехов. Одним из передовых не только в российской, но мировой практике стал Новоткацкий корпус Богородско-Глуховской мануфактуры (ныне г. Ногинск, 1907 г., арх. А. Кузнецов), где было запроектировано и реализовано верхнее освещение фонарями разных типов, а также создана практически современная по гигиеническим параметрам система притяжно-вытяжной вентиляции с увлажнением и очисткой воздуха, устроенная в потолочных конструкциях.

Эти поиски продолжилось в прядильной фабрике «Красная Талка» (Иваново-Вознесенск, 1929 г., арх. И. Николаев и Б. Гладков). Впервые в стране здесь был применен подвесной потолок (на втором этаже), скрывающий вентиляционные короба, обеспечивающие необходимый воздухообмен [1]. Его применение здесь – забота о гигиенических условиях труда (рис. 2).

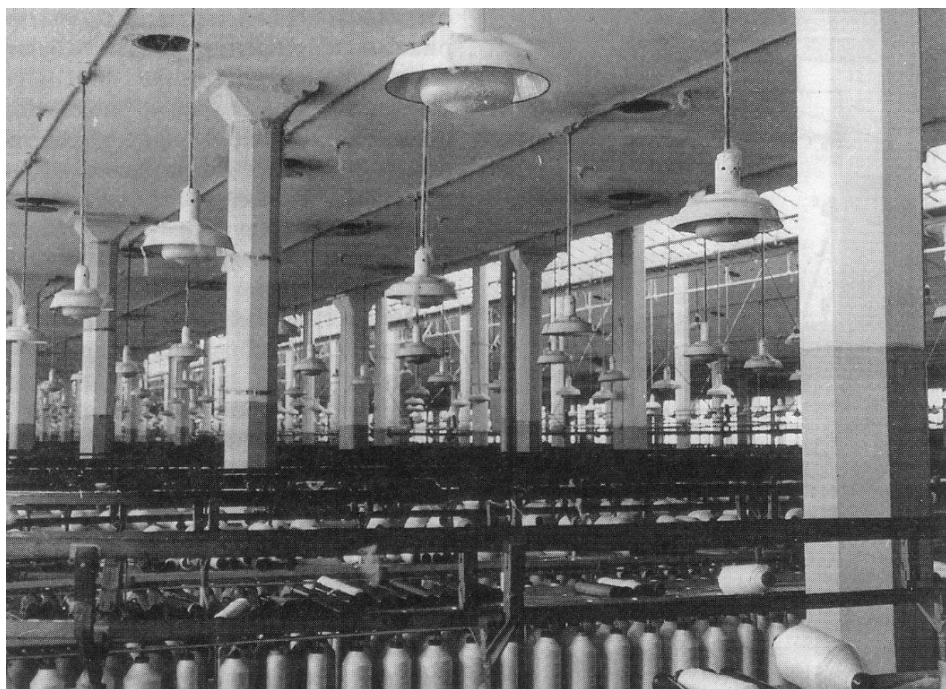


Рис. 2. Иваново-Вознесенск (ныне Иваново). Прядильный корпус фабрики «Красная Талка». Подвесной потолок

Снижение площади поверхностей в рабочих помещениях – это решение задачи минимизации оседания мелкой пыли, которая, с одной стороны, вредна для дыхательных путей, а, с другой, – опасна в пожарном отношении [15].

В связи с совершенствованием в 1950-е гг. технологии и широким применением химических волокон в мире, и в СССР происходит переход к строительству одноэтажных герметизированных корпусов широкой застройки с искусственным климатом и освещением.

Именно по такому принципу в регионе был построен Ивановский камвольный комбинат, пущенный в 1965 г. Конструктивное решение цехов всех трех производств формируется созданием каркаса из сборного железобетона путем многократного повторения типовой секции с размерами в плане 18 × 6 м. Аналогичную объемно-планировочную и конструктивную структуру имеют многие предприятия текстильной отрасли, построенные в нашей стране.

Тенденция возведения аналогичных корпусов была характерна и для зарубежной практики. Но в других странах строительство производственных зданий ведется во многом на основе индивидуальных решений для каждого предприятия. Причем для таких одноэтажных корпусов четко видно стремление к максимальному увеличению сетки колонн. Если в 1950-60-х гг. вследствие применения плоскостных балочных конструктивных систем сетка колонн была не столь большой (фабрики США «Стивенс энд компани» - 9,8 × 9,8 м; «Битти» - 12 × 9,75 м), то

в 1970-х гг. происходит ее резкое увеличение (фабрика «Мисс-Рейон» в Египте – 34 × 21 м, фабрика в Португалии – 30 × 20 м, фабрика в Брюгге в Бельгии – 40 × 14 м). [4]

1970-е гг. в СССР и его центральном промышленном районе явились временем возникновения нового типа производственных корпусов. Они были разработаны творческим коллективом проектного института ГПИ-6 Минлегпрома СССР, находящегося в Иванове. В них в отличие от широко распространенных зданий, где технический этаж устраивается в межферменном пространстве с перекрытиями из сборного железобетона, устроены самостоятельные технические этажи, позволяющие произвольно прокладывать и менять воздуховоды и другое технологическое оборудование. Их важной особенностью является также и то, что они, с одной стороны, являются корпусами широкой застройки и в то же время возводятся многоэтажными, имеют 2 и более производственных этажей, не считая технических (рис. 3).

Такие корпуса предназначены как для прядильного, так и для ткацкого производств, они возводятся из сборно-монолитного железобетона (прядильная фабрика-автомат на фабрике им. С. Балашова, ткацкая фабрика-автомат «8 Марта», фабрика № 3 в г. Фурманове Ивановской обл.). Таким образом, их создание и строительство явилось новым этапом в развитии типологии предприятий текстильной промышленности [12]. За разработку данных сооружений творческому коллективу ГПИ-6 была вручена премия Совета Министров СССР, а затем Государственная премия СССР.



Рис. 3. Иваново. Прядильный корпус фабрики им. Балашова

Заключение

Развитие типологии производственных зданий текстильной отрасли происходит вот уже на протяжении более чем 300 лет. Они прошли путь от небольших деревянных строений до крупных многоэтажных зданий из железобетона. Родоначальником нововведений на протяжении более 150 лет была Ан-

глия. Но к XX веку в других странах, в том числе и в России, процесс запаздывания типологических нововведений прекратился. И если в XIX столетии архитектурные решения текстильных предприятий копировались с европейских, то уже в начале XX века Россия, а затем СССР становятся одними из лидеров в этой области.

Литература.

1. Бабичев, В. А. Фабрика «Красная Талка» / В. А. Бабичев. – Иваново: Кн. изд-во, 1953. – 68 с.
2. Вершинин, В. И. Эволюция промышленной архитектуры: учеб. пособие / В. И. Вершинин. – М.: Архитектура-С, 2007. – 176 с.
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. Дубсон, А. А. Текстильные предприятия / А. А. Дубсон. – М.: Стройиздат, 1978. – 112 с.
5. Конструкции и архитектурная форма в русском зодчестве XIX – начала XX века. – М.: Стройиздат, 1977. – 175 с.
6. Морозова, Е. Б. Архитектура промышленных объектов: прошлое, настоящее и будущее / Е. Б. Морозова. – Минск: Технопринт, 2003. – 316 с.
7. Морозова, Е. Б. Эволюция промышленной архитектуры / Е. Б. Морозова. – Минск: Изд-во БНТУ, 2006. – 238 с.
8. Очерки истории строительной техники России XIX – начала XX века / В. В. Большаков [и др.]; Г. М. Людвиг (гл. ред.) – М.: Стройиздат, 1964. – 371 с.
9. Свод памятников архитектуры и монументального искусства России. Ивановская область: в 3 ч. Ч. 1. – М.: Наука, 1998. – 524 с.
10. Свод законов Российской империи. Издание 1857 г. СПб.: Тип. Второго отделения Собств. е. и. в. канцелярии, 1857–1876.
11. Свод законов Российской империи. Издание 1911 г. СПб.: Издание книжного магазина «Законоведение», 1911.
12. Снитко, А.В. Исторические промышленные города Центра России: Закономерности эволюции архитектуры исторической промышленно-селитебной застройки / А.В.Снитко. – Иваново: ООО «Научная мысль», 2014. – 169 с.
13. Справочник проектировщика промышленных сооружений. Т. 1. Архитектура промышленных зданий. Ч. 2. Фабрики и заводы. – М.; Л.: ОНТИ, 1936. – 876 с.
14. Тихонравов, К. Т. Первая прядильно-механическо-ткацкая мануфактура в г. Шуе / К. Т. Тихонравов // Владимирский губернский вестник. – 1847. – № 42. – С. 17–20.
15. Черкасов, Г. Н. Тенденции развития промышленной архитектуры в аспекте социальных требований к содержанию труда: дис. ... д-ра архитектуры: 18.00.02 / Черкасов Георгий Николаевич. – М., 1988. – 380 с.
16. Штиглиц, М. С. Промышленная архитектура Петербурга / М. С. Штиглиц. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Журнал «Нева», 1996. – 221 с.
17. Экземплярский, П. М. История города Иванова. Ч. 1: Дооктябрьский период / П. М. Экземплярский. – Иваново: Иванов. кн. изд-во, 1958. – 396 с.
18. Ackerman K. Industriebau. – Stuttgart: Dr. Verl. – Aust., 1985. – 278 p.
19. Bradley Betsy H. The works: the industrial architecture of the United States. – New York: Oxford University Press, 1999. – 347 p.
20. Elgar Jones. Industrial architecture in Britain: 1750-1939. – New York: Facts on File, 1985. – 239 p.
21. Giles C. Yorkshire textile mills: the buildings of the Yorkshire textile industry, 1770-1930 / C. Giles. – London: HMSO, 1992. – 274 p.
22. Henn W. Unterschiedliche Einflüsse auf die Planung von Industriebau in den USA und Europa. – Zentralblatt für Industriebau, 1974. – 304 p.

23. Munce James F. Industrial architecture. An analysis of International building practice. – New York: F. W. Dodge, 1960. – 235 p.
24. Onnderdonck F.K. The ferro-concrete style: reinforced concrete in modern architecture: with four hundred illustration of European and American ferro-concrete design / F.K. Onnderdonck, Jr. Santa Monica. – New York: Architectural Book Publishing Co., 1928. – 265 p.
25. Winter Jonn. Industrial architecture: A survey of factory building. – London: Studio Vista, 1970. – 127 p.

References

1. Babichev, V. A. Factory “Krasnaya Talka” / V. A. Babichev. - Ivanovo: Publishing House, 1953. – 68 p.
2. Vershinin, V. I. Evolution of industrial architecture: textbook. manual / V. I. Vershinin. – M.: Architecture-S, 2007. – 176 p.
3. Geraskin, N. C. Architecture of the Russian textile factory in the nineteenth and arly twentieth centuries: dis.... Dr. architecture: 18.00.01 / Geraskin Nikolai Stepanovich. – Moscow: Moscow Institute of architecture, 1972. – 357 p.
4. Dubson, A. A. Textile enterprise / A. A. Dubson. – M.: Stroyizdat, 1978. – 112 p.
5. Constructions and architectural form in Russian architecture of the XIX - early XX century. - Moscow: Stroyizdat, 1977. – 175 p.
6. Morozova, E. B. Architecture of industrial facilities: past, present and future / E. B. Morozova. - Minsk: Technoprint, 2003. – 316 p.
7. Morozova, E. B. Evolution of industrial architecture / E. B. Morozova. - Minsk: BNTU Publishing House, 2006. – 238 p.
8. Essays on the history of construction equipment in Russia of the XIX - early XX century / V. V. Bolshakov [et al.]; G. M. Ludwig (chief editor) - M.: Stroyizdat, 1964. – 371 p.
9. The code of monuments of architecture and monumental art of Russia. Ivanovo region: at 3 p.m. 1. - Moscow: Nauka, 1998. – 524 p.
10. Code of Laws of the Russian Empire. Edition of 1857 St. Petersburg: Type. The Second department of its Own E. I. V. Chancery, 1857-1876.
11. Code of Laws of the Russian Empire. Edition 1911 St. Petersburg: Edition of the bookstore “Zakonovedenie”, 1911.
12. Snitko, A.V. Historical industrial cities of the Center of Russia: Patterns of evolution of architecture of historical industrial and residential buildings / A.V.Snitko. - Ivanovo: OOO “Scientific thought”, 2014. – 169 p.
13. Reference designer industrial buildings. Vol. 1. Architecture of industrial buildings. Part 2. Factories and plants. – Moscow; Leningrad: ONTI, 1936. – 876 p.
14. The Tikhonravov, K. T. First spinning mechanical weaving factory in Shuya / T. K. Tikhonravov // Vladimir provincial Gazette. – 1847. – No. 42. – P. 17-20.
15. Cherkasov, G. N. Trends in the development of industrial architecture in the aspect of social requirements for the content of labor: dis. ... Dr. architecture: 18.00.02 / Cherkasov Georgy Nikolaevich. – M., 1988. – 380 p.
16. Stieglitz, M. S. Industrial architecture Petersburg / M. S. Stig-faces – 2-e Izd., Rev. and extra – SPb.: The Journal “Neva”, 1996. – 221 p.
17. Eksemplari, P. M. the history of the city Ivanovo. Part 1: the pre-October period / P. M. Eksemplari. - Ivanovo: Ivanov. Publishing house, 1958. – 396 p.
18. Ackerman K. Industriebau. – Stuttgart: Dr. Verl. – Aust., 1985. – 278 p.
19. Bradley Betsy H. The works: the industrial architecture of the United States. – New York: Oxford University Press, 1999. – 347 p.
20. Elgar Jones. Industrial architecture in Britain: 1750-1939. – New York: Facts on File, 1985. – 239 p.
21. Giles C. Yorkshire textile mills: the buildings of the Yorkshire textile industry, 1770-1930 / C. Giles. – London: HMSO, 1992. – 274 p.
22. Henn W. Unterschiedliche Einflüsse auf die Planung von Industriebau in den USA und Europa. – Zentralblatt für Industriebau, 1974. – 304 p.
23. Munce James F. Industrial architecture. An analysis of International building practice. – New York: F. W. Dodge, 1960. – 235 p.

24. Onnderdonck F.K. The ferro-concrete style: reinforced concrete in modern architecture: with four hundred illustration of European and American ferro-concrete design / F.K. Onnderdonck, Ir. Santa Monica. – New York: Architectural Book Publishing Co., 1928. – 265 p.
25. Winter Jonn. Industrial architecture: A survey of factory building. – London: Studio Vista, 1970. – 127 p.

Снитко А.В.,

кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры и строительных материалов, Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия. E-mail: snitko-av@mail.ru

Snitko A. V.,

candidate of Architecture, Associate Professor of the Department of Architecture and Building Materials, Ivanovo State Polytechnic University, c. Ivanovo, Russia. E-mail: snitko-av@mail.ru

Поступила в редакцию 28.01.2022

РЕНОВАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И АРХИТЕКТУРНО-ИСТОРИЧЕСКАЯ СРЕДА: ВОПРОСЫ КОРРЕЛЯЦИИ

В последние 50 лет в мировой градостроительной практике происходит пересмотр использования старых промышленных и транспортных территорий. Промышленная функция в связи со сменой технологической эпохи и переходом к постиндустриальному обществу уходит из индустриальных промышленных комплексов. Активно идут процессы их реновации с наполнением новой жилой и/или общественной функцией. Многие исторические промышленные здания сохраняются, но подвергаются коренному переустройству.

В статье кратко рассмотрен исторический (начиная с XIX в.) процесс реновации производственных сооружений в г. Иванове – признанном историческом центре текстильной промышленности страны, проанализированы современные приёмы реновации производственных комплексов в России (Москва, Санкт-Петербург, и др.), Европе (Лондон, Манчестер, Ливерпуль, Кассель и др.), США (Сан-Франциско, Бостон и др.).

В мировой практике немало примеров всеобъемлющего сохранения исторического облика бывших промышленных зон, промышленных предприятий. В то же время значительно больше примеров полной замены их архитектурно-исторической среды. Это происходит не только при полном сносе исторической застройки, но в ряде случаев и при её сохранении, но настолько фрагментарном, что новые постройки создают новый масштаб, новую стилистику обновляемого места.

Насколько адекватны реализуемые за рубежом и в отечественной практике приемы по реновации промышленных объектов применительно к малым и средним историческим промышленным городам центральной России (а по большому счету городам и другим регионам страны)? Данный вопрос впервые поставлен в статье.

Вопрос достаточно актуален. Сегодня, когда процессы реновации исторических промышленных объектов в этих городах идут всё активнее, появляется новая проблема – проблема сохранения исторической идентичности городских пространств.

В работе рассмотрена специфика формирования исторического архитектурного образа таких городов, указана важность исторических промышленных комплексов для городской историко-архитектурной среды, выявлены проблемы сегодняшних способов реновации исторических промышленных объектов, обозначены целесообразные (на взгляд автора) подходы к сохранению и совершенствованию их исторического облика.

Ключевые слова: *реновация промышленной застройки, архитектурно-историческая среда, отечественный и зарубежный опыт, исторические промышленные города, сохранение исторического образа.*

RENOVATION OF INDUSTRIAL FACILITIES AND ARCHITECTURAL AND HISTORICAL ENVIRONMENT: CORRELATION ISSUES

In the last 50 years, the use of old industrial and transport territories has been reconsidered in the world urban planning practice. The industrial function in connection with the change of the technological era and the transition to a post-industrial society is leaving the industrial complexes. The processes of their renovation with the filling of a new residential and/or public function are actively underway. Many historic industrial buildings are preserved, but are undergoing radical reconstruction.

The article briefly examines the historical (since the XIX century) process of renovation of production facilities in Ivanovo - the recognized historical center of the textile industry of the country, analyzes modern methods of renovation of production complexes in Russia (Moscow, St. Petersburg, etc.), Europe (London, Manchester, Liverpool, Kassel, etc.), the USA (San Francisco, Boston, etc.).

There are many examples in world practice of comprehensive preservation of the historical appearance of former industrial zones and industrial enterprises. At the same time, there are significantly more examples of a complete replacement of their architectural and historical environment. This happens not only with the complete demolition of historical buildings, but in some cases with its preservation, but so fragmentary that new buildings create a new scale, a new style of the updated place.

How adequate are the techniques implemented abroad and in domestic practice for the renovation of industrial facilities in relation to small and medium-sized historical industrial cities of central Russia (and by and large cities and other regions of the country)? This question is raised for the first time in the article.

The question is quite relevant. Today, when the processes of renovation of historical industrial facilities in these cities are becoming more active, a new problem appears – the problem of preserving the historical identity of urban spaces.

The paper considers the specifics of the formation of the historical architectural image of such cities, indicates the importance of historical industrial complexes for the urban historical and architectural environment, the problems of today's methods of renovation of historical industrial facilities are identified, appropriate (in the author's opinion) approaches to the preservation and improvement of their historical appearance are identified.

Keywords: *renovation of industrial buildings, architectural and historical environment, domestic and foreign experience, historical industrial cities, preservation of historical image.*

Процесс реконструкции зданий – логичный исторический процесс, обусловленный совершенствованием технологий или организации социального устройства, – присутствовал всегда. В промышленном строительстве, в отличие от гражданского, он более перманентен, так как технологии производства подвержены большей изменчивости [6].

Можно утверждать, что процесс реновации промышленных зданий – это не детище последних десятилетий. В XIX в. в центральном регионе России широко были распро-

странены реконструкция и приспособление производственных корпусов текстильной отрасли. Это было вызвано переходом от ручного (мануфактурного) производства к машинному (фабричному) и невозможностью мануфактурных производственных корпусов обеспечивать индустриальный производственный процесс. Распространившийся в 1860-80-х гг. процесс реконструкции набойных корпусов, подавляющее большинство из которых расположено в центрах сел, был более чем активен. В ходе приспособления

этих корпусов под жилые и учебные здания в подавляющем большинстве случаев снимался верхний технологический этаж – сушилка, а фасады иногда переоформлялись в стиле господствующей тогда эклектики с лепным декором. При отсутствии в то время понятия историко-типологической и историко-архитектурной ценности сохранение первоначального их вида было лишь случайностью. Так, в Иваново из более чем 70 существовавших в начале XIX века набойных корпусов в ходе перестроек вешала до сегодняшнего времени сохранили лишь 5.

Значимым явлением уже в начале XX столетия в регионе была и реконструкция производственных зданий индустриальной цивилизационно-технологической эпохи. Эта реконструкция носила не только внутритипологический, но и межтипологический характер.

Достаточно распространенным направлением стало перепрофилирование предприятий для других производств и отраслей. Так, например, в Иваново-Вознесенске – признанном центре текстильной промышленности страны – ткацкая фабрика Кашинцева была в 1920-е гг. перепрофилирована под областную типографию, ситценабивная фабрика Гандуриных на ул. Советской – под обувную фабрику, а ситценабивная фабрика Фокина в 1947 г. – под шпульно-катушечную фабрику. Редким и интересным примером стал факт коренной реконструкции в 1925 г. отбельного корпуса фабрики Дербенёва в здание общественно-культурного назначения: сначала здесь размещался Народный дом имени Ленина, позднее – театр, кинотеатр, сейчас – ночной диско-клуб «Таганка». Другим интересным примером стало переоборудование в 1929 г. фабрики Бурылина. Один из производственных корпусов фабрики был приспособлен под административное здание госучреждений («Первый дом промышленности»), другой производственный корпус – под Правление губернского хлопчатобумажного треста [12]. Ныне в этом приспособленном помещении располагается экономический факультет Ивановского Государственного Университета.

Реновация промышленных корпусов под общественные здания в то время шла без понимания их историко-архитектурной, архитектурно-средовой ценности. Их фасады получили значительные изменения, а внутренняя планировочная структура претерпела изменения, не акцентировавшие историческое назначение здания. Изменения фасадов касались не только изменения их

архитектурно-композиционного построения (видоизменение формы и метра расстановки оконных проемов, входов, их группировка), но и фактурно-цветовых характеристик. «Стиралась» фактура нештукатуренного красного кирпича; в ходе ремонта фасады штукатурились, окрашивались в светлые, несвойственные цвета. В интерьерах преобладали утилитарные ремонтные работы, не только не акцентировавшие художественные особенности металло-кирпичной художественной системы, но и прямо пытавшиеся их скрыть (так металлические колонны либо окрашивались в цвет стен, либо вовсе встраивались в перегородки).

Несомненно, эти примеры лежат в общемировой канве процессов реконструкции производственных сооружений и комплексов. В ведущих западных странах в XIX – перв.пол. XX вв. также наблюдался утилитарный, хозяйственный подход. Неостребованные производством здания и целые комплексы часто и вовсе сносились, а на их месте вырастала новая застройка. Однако постепенно под влиянием важных культурно-исторических условий развивавшегося по «культурной лестнице» общества во второй половине XX века эти приемы заменялись другими.

Ещё в 1950-70-х гг. в США и Европе архитектурные комплексы исторической промышленно-селитебной застройки были востребованы к реконструкции только с точки зрения потенциала их территории и зданий как материальных структур.

Однако с середины 1960-х гг. некоторые комплексы, в основном доиндустриальной эпохи или ранних лет индустриальной (кон. XVIII – нач. XIX вв.), стали востребованы с социотехнической и историко-культурной точек зрения. Они стали трактоваться как культурно-значимые объекты и территории, происходит процесс их музеефикации [5]. Такие примеры появились в различных странах. В Великобритании – музей-заповедник Айронбридж гордж (Шропшир), организованный в 1968 г., текстильная фабрика Куорри Бэнк Милл (Стайал, Чешир) и пр. Во Франции – экономический музей-заповедник Ле Крёзо Ле Мин, открыт в 1972 г. [16]. В Германии – Эмшер-парк (Рур), открыт в 1990 г. Подключились к этому процессу и в СССР. В 1987 г. на Урале был создан Нижнетагильский завод-музей.

Крупные промышленные здания и комплексы более позднего времени (XIX – перв. пол. XX вв.) как значимые с художественной точки зрения объекты в западных странах

стали рассматриваться ближе к концу 1970-х гг. [14]. Их сохранение и реновация стали иметь не только сугубо хозяйственную практику; эти объекты оказались востребованы с художественно-средовой точки зрения (дух места, индивидуальность, «старинность» архитектуры и историчность архитектурной среды) [19]. Однако функции их использования значительно расширились (жильё, офисы, спорт, общепит, творческие мастерские и т.п.). Практически любые непромышленные функции «входили» в бывшие производственные здания и комплексы [4, 21, 22].

Несмотря на то, что первые попытки комплексной реновации промышленных предприятий под общественные социально-бытовые объекты с акцентированием интереса к их историческому облику относятся еще к началу 1960-х гг. (шоколадная фабрика Ghirardelli в Сан-Франциско), наиболее массовым это явление стало в начале 1980-х гг.

Один из крупнейших процессов реновации обширных производственных территорий в это время начался в Великобритании. Это знаменитая программа Доклендз в Лондоне, преобразование территорий доков в Манчестере и Ливерпуле [7]. Процессы реновации прибрежных складских и промышленных территорий начались во многих городах континентальной Европы и США [24]. Реновация отдельных производственных объектов (вплоть до водонапорных башен и элеваторов) стала обычной практикой [18].

Анализ публикаций, освещающих опыт реновации промышленных объектов пока-

зал, что, если вопросы функционального насыщения старых объектов и территорий новыми функциями рассмотрены достаточно широко, то вопросы сохранения или реновации их исторического облика ушли на задний план.

Естественно, что архитектурно-историческая среда в музеях-заповедниках подлежала сохранению полностью. Сохранению подлежали не только здания, но и благоустройство, инженерные конструкции, технологические сооружения и оборудование.

Реновация промышленных объектов под иные общественные функции шла по разному.

Наиболее радикальный способ представлял собой полный снос и строительство совершенно новых комплексов. Он нашел свою реализацию не только в случаях, когда в пределах реконструируемой территории отсутствовали какие-либо исторические капитальные здания, но и когда таковые наличествовали. Так, например, полностью «зачищена» историческая застройка Салфордских доков в Манчестере (Великобритания), район *underneustadt* в Касселе (Германия), портовые территории в Бостоне (США). В этом случае архитектурно-художественная атмосфера территории полностью заменялась на новую, не имеющую никакой связи с исторической (рис. 1, 2).

Во многих случаях архитекторы пытались «нащупать» историческую архитектурную преемственность территорий. Они сохраняли исторические здания, тщательно рестав-



Рис.1. Манчестер. Салфордские доки в сер. XX в.



Рис. 2. Территория Салфордских доков после реновации нач. XXI в.

рировали их фасады, проводили их реновацию, делали их культурными центрами районов. Такие проекты актуальны и по сей день [15, 25]. В Роттердаме при реновации территории порта сохранен и реконструирован склад «Vrij Entrepot», при реновации пристани Вильгельмины также сохранены старые здания (рис. 3). В Лондоне в структуре района Доклэндз, в Таллине в квартале Ротерманна подверглось реновации немало промышленных зданий, реконструированных под жилье, общественные функции [20, 23].

Однако в некоторых случаях сохранение

этих зданий не предусматривало сохранения исторической архитектурной среды. Эти здания оказались в окружении новых зданий-монстров, объединившихся в пространственные структуры с новым художественным и градостроительным образом. Старые здания остались мелкими вкраплениями, не способными «нести» собой историческую архитектурно-художественную память этого места. Исторический образ целых городских кварталов был всё равно утерян.

Нужно ли было осуществлять сохранение архитектурно-исторической среды в этих



Рис. 3. Роттердам. Пристань Вильгельмины

случаях? Вопрос больше к городскому сообществу. Можно ли? Вопрос уже к архитекторам. Существует много приёмов, как это сделать. От воссоздания – до контекстуализма [8].

Спорными на мой взгляд, являются и некоторые способы сохранения отдельных зданий. В европейской практике часто встречается ситуация, когда явно хорошо отреставрированное историческое здание получает в качестве пристроек и надстроек равные с ним по массе, а то и значительно превосходящие его размеры объёмы, решенные с помощью явно контрастных даже не архитектурных, а скорее дизайнерских приёмов (знаменитые газгольдеры в Вене). Да, с физической точки зрения объект сохранён, но исторический образ здания также становится потерянным. Возникает вопрос: бережно сохраненные фасады, объёмы зданий – это не столько дань уважения к ценности его исторического ре-

шения, сколько интересная игрушка в современной художественной структуре? Вопрос, требующий глубокого историко-культурного осмысления.

Примеры максимального сохранения исторических построек и сохранения исторической художественной среды отдельных пространств, вместе с тем, также имеются в западном опыте. Это Док Альберт в Ливерпуле (рис. 4), Центр мануфактур в Лодзи, промышленная застройка в центре Тампере. В России это Даниловская мануфактура (рис. 5), завод «Арма» в Москве и др. [3]. Конечно же, внедрение новых современных вставок, применение нехарактерных для конца XIX века материалов не погружает полностью в среду вековой давности (естественным образом это и невозможно в силу использования современного транспорта, благоустройства и даже одежды людей). Однако ясность художественной адресности среды очевидна.



Рис. 4. Ливерпуль. Док Альберт



Рис. 5. Москва. Даниловская мануфактура

Адресность среды, но в современном исполнении, базирующемся на исторических принципах формообразования, реализована при реновации прибрежных территорий в

Амстердаме, на полуострове Ява, где современные типы домов основываются на исторических аналогах «домов у воды» (рис. 6).

Таким образом, зарубежный и отече-



Рис. 6. Амстердам. Современные дома в традициях архитектуры средневековых жилых домов на берегах каналов полуострова Ява

ственный опыт реновации промышленных территорий и объектов показал различные подходы к сохранению архитектурно-исторической среды. Внедрение новых зданий в комплексы или элементов в здания за рубежом всё-таки преимущественно строится на основе «противопоставления» новой и старой архитектуры, желая включать старые здания как своеобразные «раритеты» в контекст новой среды; полностью сохранение исторических объектов относится либо к отдельным зданиям (с обозначенными выше оговорками), либо к комплексам, получающим музейно-заповедные функции [13].

Такой подход в крупных европейских городах, где пласт исторической застройки достаточно велик и позволяет им удерживать свою историческую идентичность, в некоторой степени можно считать приемлемым [1,17]. А вот для многих малых исторических промышленных городов России он может привести (и, несомненно, приведёт) к потере их исторического художественного образа.

Указанный тезис обосновывается тем, что в отличие от крупных и крупнейших городов страны (Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург и т.п.), где комплексы исторической промышленно-селитебной застройки играют подчиненную роль в формировании общегородской пространственно-художественной структуры, в малых и средних промышленных городах они зачастую являются главным её элементом [2]. Это важнейший факт и их специфика!

Своеобразие архитектурной среды в больших промышленных городах форми-

руется за счёт пространственно-художественного взаимодействия исторических архитектурных комплексов промышленных предприятий с архитектурными комплексами их социальной инфраструктуры [10]. Во многих малых городах они являются вообще единственными объектами, формирующими эту среду. Да и в больших городах сохранение исторической среды этих комплексов не менее важно в их удаленных или даже центральных районах.

Однако и обществом, и значительной частью профессионального сообщества до сих пор не осознана художественная ценность рассматриваемых объектов для исторической архитектурной среды городов. Идущую реконструкцию комплексов зачастую следует трактовать как простое приспособление существующих объектов с сохранением их исторического облика. Поэтому в ходе реконструкции (или реновации) промышленных архитектурных комплексов обычно не ставятся задачи их планировочного и композиционного совершенствования, формирования художественной целостности их исторической среды, её включения как органичной составляющей в архитектурную среду городов, акцентирования планировочными и художественно-средовыми способами особо ценных объектов. А при наблюдающейся искаженности этих пространств в качестве одной из задач, на мой взгляд, целесообразно продумывать, в том числе, и совершенствование, регенерацию их исторического художественного образа.

В этих условиях в основу совершенства-

ния архитектурной среды исторической промышленной застройки целесообразно будет положить принцип не её консервации, а исторически преемственного развития с использованием современных архитектурных решений на основе исторических принципов формообразования [11]. Такие мероприятия следует проводить как на уровне пространственной композиции и силуэта, так и на уровне архитектурно-художественных решений зданий, благоустройства, уличного дизайна [9].

Все обозначенные выше аспекты выработки подходов к реновации исторических промышленных объектов в малых, средних и больших городах влекут за собой необходимость определения методов и приёмов не только объёмного, но и градостроительного порядка.

Заключение

Отечественный и зарубежный опыт ре-

новации промышленных территорий демонстрирует широкий спектр подходов к формированию их архитектурной среды от полной замены на современную до педантичного сохранения исторического облика. Насколько применим этот опыт в исторических промышленных городах центральной России, проанализировано в данной статье. С одной стороны, важность исторических промышленных комплексов для архитектурно-исторической среды таких городов чрезвычайно высока. С другой стороны, за многие годы они получили художественно искажённое пространство. Путь регенерации и совершенствования их исторического архитектурного образа представляется здесь наиболее необходимым. Только так можно обеспечить исторически преемственное комплексное формирование наших промышленных городов.

Литература

1. Беккер, А. Ю. Современная городская среда и архитектурное наследие / А. Ю. Беккер, А. С. Щенков. – М.: Стройиздат, 1986. – 200 с.
2. Кудрявцева, Т. П. Пространственная композиция Иваново-Вознесенска в конце XIX в. / Т. П. Кудрявцева // Архитектурное наследство. – 1984. – Вып. 32. – С. 73–79.
3. 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.
4. Лэндри, Ч. Возрождение городов через культуру / Ч. Лэндри, Л. Грин, Ф. Матарасо, Ф. Бьянчини. – СПб: Нотабене, 2000. – 87 с.
5. Морозова, Е. Б. Архитектура промышленных объектов: прошлое, настоящее и будущее / Е. Б. Морозова. – Минск: Технопринт, 2003. – 316 с.
6. Новиков, В. А. Архитектурно-эстетические проблемы реконструкции промышленных предприятий / В. А. Новиков, А. В. Иванов. – М.: Стройиздат, 1986. – 168 с.
7. Перов, Ф. В. «Доклэндз» – программа возрождения портовых городов Великобритании / Ф. В. Перов, В. А. Нефедов // Архитектура и строительство России. – 1992. – №3. – С. 36–40.
8. Пруцын, О. И. Архитектурно-историческая среда / О. И. Пруцын, Б. Рымашевский, В. Борусевич; под ред. О. И. Пруцына; пер. с пол. гл. 6–15 М. В. Предтеченского. – Совмест. изд. СССР–ПНР. – М.: Стройиздат, 1990. – 408 с.
9. Регамэ, С. К. Сочетание новой и сложившейся застройки при реконструкции городов / С. К. Регамэ, Д. В. Брунс, Г. Б. Омеляненко; ЦНИИП градостроительства. – М.: Стройиздат, 1988. – 143 с.
10. Русское градостроительное искусство. Градостроительство России середины XIX – начала XX века. Книга третья / под общ. ред. Е. И. Кириченко. — М.: Прогресс-Традиция, 2010. – 616 с.
11. 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.
12. Тихомиров, А. М. Иваново. Иваново-Вознесенск: путеводитель сквозь времена / А. М. Тихомиров. – Иваново: Референт, 2011. – 327 с.
13. Чайко, Д.С. Интеграция исторических промышленных объектов в городскую среду / Д.С. Чайко // Архитектура и строительство России. – 2017. – №12. – С. 2-7.

14. 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.
15. 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.
16. Штиглиц, М. С. Промышленная архитектура Петербурга в сфере «индустриальной археологии» / М.С. Штиглиц. – СПб.: Белое и черное, 2003. – 221 с.
17. Щенков, А. С. Реконструкция исторической застройки в Европе во второй половине XX века: Историко-культурные проблемы. / А.С. Щенков. – М.: Ленанд, 2011 – 280 с.
18. 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/>
19. 50 Klassiker Architector. Des 20. Janrhunders. Gerstenberg verlag, 2008.
20. Alver Arhitektid. [Электронный ресурс]. Режим доступа –<http://www.ata.ee/>
21. DESTIGNATION ARCHITECTURE. The essential guide to 1000 contemporary building. PHAIDON, 2017.
22. Randhava, S. Why warehouse conversion are sweeping the globe. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://edition.cnn.com/2017/10/26/world/industrial-renovation-one-square-meter/index.html>
23. Rotermann City [Электронный ресурс]. Режим доступа –<http://www.rotermann.eu/ru/>
24. Todtling-schonhofer D.I.N., Dr. Davies S. Regional strategies for industrial areas. Note. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://www.europa.eu/studies>, January 2013.
25. Wood, S. The industrial renovation. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://accessaa.co.uk/the-industrial-renovation/>

References

1. Becker, A. Yu. Modern urban environment and architectural heritage / A. Yu. Becker, A. S. Schenkov. - М.: Stroyizdat, 1986. - 200 p.
2. Kudryavtseva, T. P. Spatial composition of Ivanovo-Voznesensk at the end of the XIX century. / T. P. Kudryavtseva // Architectural heritage. - 1984. - Issue 32. - pp. 73-79.
3. 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.
4. Landry, Ch. The revival of cities through culture / Ch. Landry, L. Green, F. Matarasso, F. Biancini. - St. Petersburg: Notabene, 2000. - 87 p.
5. Morozova, E. B. Architecture of industrial facilities: past, present and future / E. B. Morozova. - Minsk: Technoprint, 2003. - 316 p.
6. Novikov, V. A. Architectural and aesthetic problems of reconstruction of industrial enterprises / V. A. Novikov, A.V. Ivanov. - М.: Stroyizdat, 1986. - 168 p.
7. 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.
8. Prutsyn, O. I. Architectural and historical environment / O. I. Prutsyn, B. Rymashevsky, V. Borusevich; edited by O. I. Prutsyn; trans. from the floor. ch. 6-15 M. V. Predtechensky. - Joint ed. USSR-POLAND. - М.: Stroyizdat, 1990. - 408 p .
9. Regame, S. K. The combination of new and existing buildings during the reconstruction of cities / S. K. Regame, D. V. Bruns, G. B. Omelianenko; TsNIIP of Urban Planning. - М.: Stroyizdat, 1988.
10. Russian urban planning art. Urban planning of Russia in the middle of the XIX - early XX century. The third book / under the general editorship of E. I. Kirichenko. - М.: Progress-Tradition, 2010 – 616 p.
11. 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.
12. Tikhomirov, A.M. Ivanovo. Ivanovo-Voznesensk: a guide through time / A.M. Tikhomirov. - Ivanovo: Referent, 2011. - 327 p.
13. Chaiko, D.S. Integration of historical industrial objects into the urban environment / D.S. Chaiko // Architecture and construction of Russia. - 2017. - No. 12. - pp. 2-7.
14. Cherkasov, G.N. Preservation and renovation of industrial heritage sites. Evolution of ideas. / G.N. Cherkasov // 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. Vol. 2. – Moscow: Moscow Institute Of Architecture, 2016. – P. 253-254.
15. 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.
16. Stieglitz, M. S. Industrial architecture of St. Petersburg in the field of "industrial archaeology" / M. S. Stieglitz. – SPb.: White and black, 2003. – 221 p.
17. Schenkov, A. S. Reconstruction of historical buildings in Europe in the second half of the twentieth century: Historical and cultural problems. / A.S. Schenkov. - M.: Lenand, 2011 - 280 p.
18. 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/>
19. 50 Klassiker Architektor. Des 20. Janrhunders. Gerstenberg verlag, 2008.
20. Alver Arhitektid. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://www.ata.ee/>
21. DESTIGNATION ARCHITECTURE. The essential guide to 1000 contemporary building. PHAIDON, 2017.
22. Randhava, S. Why warehouse conversion are sweeping the globe. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://edition.cnn.com/2017/10/26/world/industrial-renovation-one-square-meter/index.html>
23. Rotermann City [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://www.rotermann.eu/ru/>
24. Todtling-schonhofer D.I.N., Dr. Davies S. Regional strategies for industrial areas. Note. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://www.europa.eu/studies>, January 2013.
25. Wood, S. The industrial renovation. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <https://accessaa.co.uk/the-industrial-renovation/>

Снитко А.В.,

кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры и строительных материалов, Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия. E-mail: snitko-av@mail.ru

Snitko A. V.,

candidate of Architecture, Associate Professor of the Department of Architecture and Building Materials, Ivanovo State Polytechnic University, c. Ivanovo, Russia. E-mail: snitko-av@mail.ru

Поступила в редакцию 28.01.2022

Мясникова А.А.

ПОВЫШЕНИЕ АКТИВНОСТИ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА ОАО «ЗМЗ» МЕТОДОМ СУХОГО ПОМОЛА

Работа посвящена актуальной проблеме использования вторичных ресурсов и расширению области их применения.

Переработка и утилизация шлаков сталеплавильного производства, в том числе отвальных, остается актуальной задачей для отечественной металлургии. Особенно остро проблема стоит на передельных заводах типа ОАО «Златоустовский металлургический завод» ввиду сложности состава образующихся соединений и отсутствия достаточно простых и эффективных технологий их переработки. Согласно проведенной оценке, из 5 млн. т.н. шлаковых отвалов ОАО «ЗМЗ» 61% приходится на сталеплавильные шлаки, 19% составляет металлургический материал, 12% приходится на лом огнеупоров.

Для многих предприятий на протяжении длительного времени актуальной задачей является разработка прогрессивных технологий, обеспечивающих рециклинг производственных процессов, повышение эффективности использования сырья и снижение затрат на производство.

Проблема утилизации шлаков интересует учёных на протяжении длительного времени, поскольку позволяет решить экологические проблемы, вопросы энерго-, материалосбережения и освобождения ценных земель, занимаемых шлаковыми отвалами.

Рациональным вариантом утилизации шлаков является их использование в производстве строительных материалов. Так как шлаки хранятся в отвалах, то требуют специальной обработки для повышения их активности и соответственно эффективности для строительства. Эффективным методом повышения активности шлака является придание материалу определенной структурной нестабильности или активности. Это возможно при механической, химической или термической активации.

Таким образом, целью данной работы стало проведение анализа и повышение активности шлаковых отвалов производства ОАО «ЗМЗ». Оценка возможности и выявление направления их применения.

В соответствии с поставленной целью был изучен состав шлака, проведена оценка их однородности в зависимости от нахождения в отвалах и возможность механической активации, а также дано направление и особенности их применения в строительной отрасли.

Ключевые слова: вторичные ресурсы, отходы, шлак, строительные материалы, рециклинг, экология.

Myasnikova A.A.

INCREASING ACTIVITY OF STEELMAKING SLAG OF OJSC “ZMP” BY DRY GRINDING

The work focuses on the current issue of the use of secondary resources and the expansion of their application.

Recycling and disposal of steel slag, including dump slag, remains an urgent task for

the domestic metallurgy. The problem is especially acute at conversion plants such as OJSC «Zlatoust Metallurgical Plant» due to the complexity of the composition of the compounds formed and the lack of sufficiently simple and effective technologies for their processing. According to the assessment, out of 5 mln. slag dumps of OJSC «ZMZ», 61% is steel-smelting slag, 19% is metal material, 12% is refractory scrap.

For many enterprises, the development of advanced technologies that provide recycling of production processes, increase the efficiency of raw materials and reduce production costs has been an urgent task for many enterprises.

The problem of recycling slags has been of interest to scientists for a long time, since it allows us to solve environmental problems, issues of energy, material conservation and the liberation of valuable lands occupied by slag dumps.

A rational option for recycling slags is their use in the production of building materials. Since slags are stored in dumps, they require special treatment to increase their activity and, accordingly, efficiency for construction. An effective method of increasing slag activity is to impart certain structural instability or activity to the material. This is possible with mechanical, chemical or thermal activation.

Thus, the purpose of this work was to analyze and increase the activity of slag dumps produced by OJSC «ZMZ» and identify the direction of their use.

In accordance with the goal, the composition of slag was studied, their homogeneity was assessed depending on their location in dumps and the possibility of mechanical activation, as well as the direction and features of their use in the construction industry.

Keywords: secondary resources, waste, slag, building materials, recycling, ecology.

Переработке сталеплавильного шлака металлургического производства в г. Златоусте, объем которого за время работы предприятия составляет около 5 млн. тонн, должна предшествовать оценка техногенной опасности. С этой целью были отобраны пробы шлака с разных участков и горизонтов отвала. Спектрометрию на γ , β , α - излучение провели на базе исследования «ПО «Маяк». Все пробы показали отсутствие техногенных результатов [1,2].

Эффективным методом повышения активности шлака является придание материалу определенной структурной нестабильности или активности. Существует несколько видов повышения активности материала, рассмотрим метод механической активации шлака. Метод механической активации заключается в измельчении материала и придании ему большей удельной поверхности и соответственно в данном случае повышении гидравлической и пуццолановой активности.

Измельчают материал, используя различного рода агрегаты. Все агрегаты можно разделить на механизмы периодического и непрерывного действия. Это могут быть роторно-лопастные, фильерно-ножевые, дисковые, конические, планетарные, пульсационные и другие механизмы, а так же различные размольные машины и мельницы. По способу измельчения конструкции можно разделить

на механизмы: раскалывающего, ударного, раздавливающего, истирающе-раздавливающего, ударно-истирающего и т. д. Исходя из физических свойств, выбирается оптимальный способ разрушения материала [3,4,5].

При довольно высокой концентрации энергии в размольной камере в результате взаимодействия мельящих тел с обрабатываемым веществом происходит не только измельчение, но и изменение структуры обрабатываемых частиц. Механохимическая активация приводит к изменению решетки вещества, сопровождающейся увеличением его потенциальной и поверхностной энергии и накопления энергии в деформируемом объеме [4].

Шлаки металлургической промышленности по химико-минералогическому составу могут быть близкими к клинкеру, они содержат полупродукты синтеза клинкера, такие как C_2S , CA , CS и многие другие, соответственно могут быть использованы для изготовления композиционных цементов. Применение таких шлаков ограничено вследствие их низкой гидравлической активности, обусловленной высокой степенью закристаллизованности составляющих продуктов [2].

Цель работы: изучение химического состава отвальных шлаков производства «Златоустовский металлургический завод» и оценка возможности его использования в

качестве составляющей вяжущего или активной минеральной добавки (АМД).

Задачи исследования:

- изучить химического состава шлака;
- оценить однородность сталеплавильных шлаков в зависимости от нахождения в отвалах.

- оценить возможность механической активации шлака.

Для проведения исследований, пробы

шлака отбирали с разных мест отвала и после подготовки определяли химический состав. В подготовку пробы входили: сушка, просеивание и удаление грубых частиц, магнитная сепарация, для удаления металлической составляющей шлака, присутствие которой составило 31 %.

Было отобрано семь проб с разных мест отвала, усреднённый химический состав которых представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав сталеплавильного шлака

Шлак	SiO ₂	CaO	P	S	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	FeO	NiO
1	24.8	21.9	0.1	0.3	18.5	7.5	5.0	11.3	1.4	0.2	10	-
2	18.4	47.4	0.3	0.4	6.2	5.8	3.0	1.7	0.2	0.2	15.9	-
3	20.0	32.0	0.4	0.2	7.8	9.8	5.3	2.2	0.4	0.2	22.0	-
4	17,7	22,2	0,1	0,3	8,6	4,7	3,3	3,2	0,6	0,2	43,9	0,34
5	20,0	36,2	0,1	0,2	11,9	6,3	2,1	1,6	0,7	0,1	14,3	0,2
6	23,9	25,1	0,2	0,1	12,4	4,1	4,4	6,9	1,3	0,4	24,4	0,1

Согласно проведенному физико-химическому анализу, состав отвального шлака с различных горизонтов в пересчете на простые оксиды сильно изменяется. Фазовый состав шлаков достаточно сложен, в нем на основе рентгено-структурного анализа были выделены, в частности, такие соединения как низко- и высокоосновные оксиды кальция, кальцит, соединения гидроалюминатов, инсталит MgSiO₃, ильменит FeTiO₃, авгит Ca(Fe, Mg)•Si₂O₆, плагиоклаз (альбит, кальцин) (Na, Ca)•(Si, Al)₄O₈, а также магнетит FeFe₂O₄, фаялит (Fe, Mg)₂SiO₄, оксид железа Fe₂O₃.

Кроме определения химического состава шлака, проводили оценку его дисперсности. Размер частиц исходного материала определяли под микроскопом (рис. 1, 2). Среднее величина частиц исходного шлака 0,0327 мм, они имеют сложную форму и рваные края. В поляризованном свете частицы имеют разную окраску, что свидетельствует о сложном составе шлака, но можно выделить три наиболее отчетливых цвета: желтый цвет, который свидетельствует о наличии оксида железа, красноватый – оксида титана, зеленого – оксида хрома.

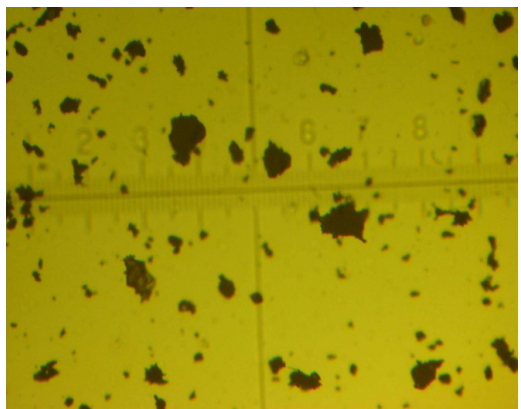
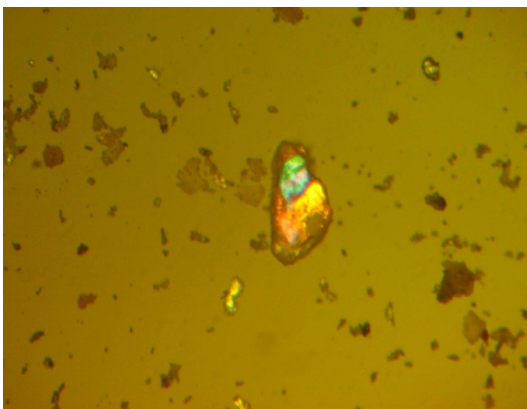


Рис. 1. Исходный шлак. Слева включения сложного состава при поляризованном свете

Для размолла шлака использовали установку роторного типа с ударнокавитационным измельчением.

При размолла шлака в роторном диспергаторе, были приняты следующие характе-

ристики: частота вращения – 4200 оборотов в минуту, диаметр отверстий на боковых поверхностях ротора и статора четыре миллиметра, и зазор между ротором и статором 0,4 мм. Активирование проводили два раза,

после каждого помола наблюдалось уменьшение размера частиц, так после первого раз-

мола средний размер зерна – 0,0158 мм, после второго – 0,0063 мм (рис. 2).

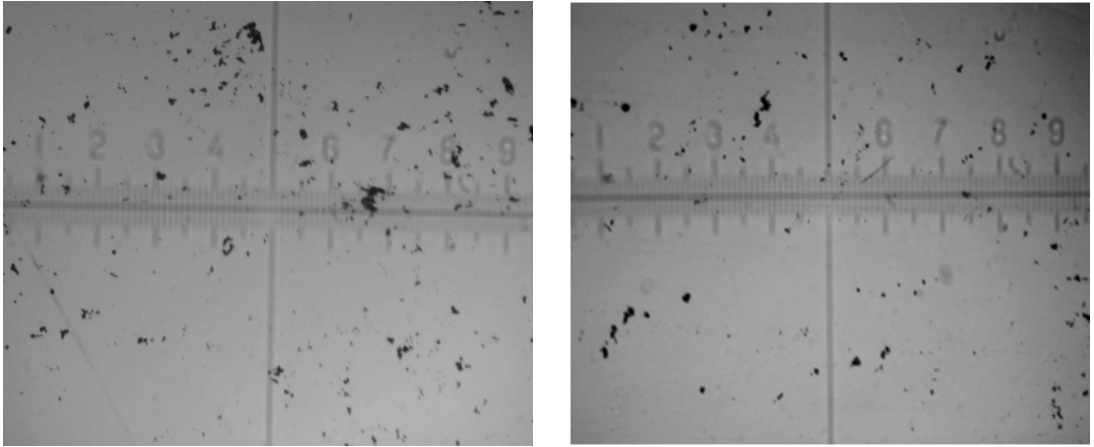


Рис. 2. Шлак активированный 1 раз слева и 2 раза справа

Степень гидравлической активности шлака по аналогии с клинкером может быть охарактеризована модулем основности и модулем активности [6-10]. Модуль основности определяют по формуле:

$$M_o = \%CaO + \%MgO / \%SiO_2 + \%Al_2O_3 \quad (1)$$

Соответственно отвалы шлаки производства ОАО «ЗМЗ» являются основными и имеют модуль основности $M_o > 1$, характеризующий его способность в порошке к самостоятельному твердению при смешивании с водой. Эта способность проявляется только у основных шлаков и тем больше, чем выше их модуль основности.

Улучшается качество шлаков и с повышением модуля активности, который выражается отношением:

$$M_a = \%Al_2O_3 / \%SiO_2 > 0,25 \quad (2)$$

В таких шлаках возрастает относительное содержание алюминатов кальция вызывающих их быстрое твердение [7,8]. При этом повышение содержания алюминатов приводит

к строгому ограничению дозировок шлака, для сохранения долговечности бетона, особенно в случае изготовления сульфатостойких материалов [11-15].

Для оценки активности шлака проводили испытания прочности образцов модифицированного бетона. Испытания проводили на цементе типа ЦЕМ I 32.5Н производства ОАО «Катавский цемент». Песок Мк 2,5 производства Хлебороб (Челябинская обл.), ГОСТ 8736-2014. Испытание бетона проводили стандартными методами в соответствии с нормативными требованиями. Физико-механические испытания кубиков размером 70×70×70 мм, изготовленных на стандартном растворе, согласно ГОСТ 310.1 с использованием смеси цемента и шлака, в соотношении 50×50 (для оценки шлака в качестве составляющей цемента) и дозировке 6% для оценки его в качестве АМД, результаты представлены в табл. 2. Сжатие и изгиб бетона определяли в возрасте 28 суток.

Таблица 2

Физико-механические характеристики бетона

№ п/п	Тонкость помола, остаток на сите 008, %	Нормальная густота	Сроки схватывания, ч/мин		Расплав конуса, мм	Предел прочности, МПа	
			начало	конец		Изгиб	Сжатие
ЦЕМ I 32.5Н	18,9	27,0	2-40	3-50	104	5,8	39,3

Продолжение табл. 2

На активированном цементе со шлаком (50 %ПЦx50Ш %)							
1	9,6	27,9	2-10	3-30	109	7,1	40,8
2	9,0	28,0	1-50	3-00	110	7,1	42,1
3	8,6	28,3	1-10	2-00	111	6,5	43,1
На активированном цементе со шлаком 6%							
1	18,8	27,5	2-45	4-00	105	9,0	45,5
2	18,5	28,0	2-40	4-00	106	9,5	44,6
3	18,5	28,0	2-40	4-00	106	9,5	46,0

Из результатов определения физико-механических характеристик модифицированного бетона можно сделать вывод, что введение активированного шлака вместо части вяжущего позволит снизить сроки схватывания и увеличить предел прочности материала при сжатии на 18% и изгибе на 7%.

Введение шлака в дозировке 6% практически не влияет на сроки схватывания и подвижность смеси, повышая прочность бетона при сжатии на 60% и изгибе на 16%.

Сопоставление усредненных значений составов шлаков ОАО «ЗМЗ» по пробам со средним составом металлургических шлаков, рекомендуемых для производства гидравлических вяжущих веществ [9,16-25], показало, что данные шлаки обладают вяжущими свойствами (все шлаки являются основными). Модуль активности Ма для данных шлаков, характеризующий гидравлическую активность, изменяется в пределах от 0,17 до 0,49, что свидетельствует о большой активности кремнезема, входящего в состав указанных выше соединений. Это подтверждено и оценкой силикатного модуля Мс, характеризующего отношение оксида кремния к суммарному содержанию оксидов алюминия и железа. В целом следует отметить, что данные отвальные шлаки по критериям качества относятся к основным, гидравлически активным и могут быть использованы в качестве сырья при производстве цемента или в качестве АМД.

Таким образом, можно сделать вывод, что отвальный шлак производства ОАО «ЗМЗ» является основным и имеет некоторую гидравлическую активность. Шлак в отвале не однородный, встречаются включения разного состава, при этом модуль активности и основности имеет небольшой разбег и свидетельствует о наличии активности шлака. Измельчение сталеплавильного шлака ведет к повышению его активности.

Основное направление использования исследуемого сталеплавильного шлака в строительной индустрии заключается в введении его в качестве активной минеральной

добавки. Однако применение сталеплавильных шлаков в производстве строительных материалов осложнено широким спектром состава шлака, в зависимости от марки стали. Кроме того, шлак имеет большой объем металлической составляющей, в том числе и не магнитной.

Из выше перечисленного можно сделать вывод о возможности применения сталеплавильного шлака производства ОАО «ЗМЗ» в качестве АМД для бетона, но со строгим соблюдением ее дозировки, предварительным усреднением состава, сепарацией и механической активацией до оптимальной фракции, соответствующий удельной поверхности цемента.

Заключение

Проведённые исследования показывают целесообразность комплексной переработки отвальных шлаков Златоустовского металлургического завода. Установлено, что шлаки не несут какой-либо техногенной опасности при работе с ними. Переработка возможна на получение слабелегированной шихтовой заготовки для производства качественных сталей и сплавов в объеме 30-35% от общего объема шлака, и до 80% оставшегося шлака может быть использовано для получения вяжущего при изготовлении строительных материалов. Однако необходимо отметить сложность в применении сталеплавильного шлака в производстве бетона, связанного с необходимостью проводить усреднение состава и предварительную сепарацию и диспергирование сырьевого материала. Несмотря на выше сказанное, применение сталеплавильного шлака с соблюдением необходимых мер позволит снизить количество цемента и расширить ассортимент строительных материалов.

Литература

1. Дильдин, А.Н. Утилизация шлаков сталеплавильного производства / А.Н. Дильдин, В.И. Чуманов, Т.А. Бендера // Вестник ЮУрГУ – 2007. – № 13(85). – С.15–16.
2. Комплексная переработка и использование металлургических шлаков в строительстве [Текст] / В.С. Горшков, С.Е. Александров, С.И. Иващенко, И.В. Горшкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 272с.
3. Волженский, А.В. Минеральные вяжущие вещества [Текст] / А.В. Волженский. – М.: Стройиздат, 1979. – 476с.
4. Сулименко, Л.М. Механохимическая активация вяжущих композиций [Текст] / Л.М. Сулименко, Н.И. Шалуненко, Л.А. Урханова // Изв. вузов. Строительство. –1995. – № 11. – С. 63 – 68.
5. Ходаков, Г.С. Тонкое измельчение строительных материалов [Текст] / Г.С. Ходаков. – М., 1972. – 240с.
6. Данилов, Е.В. Современная технология утилизации сталеплавильных шлаков [Текст] / Е.В. Данилов // Металлург. – 2004. – №6. – С.38–39.
7. Демин, Б.Л. Техногенные образования из металлургических шлаков как объект комплексной переработки [Текст] / Б.Л. Демин, Ю.В. Сорокин, А.И. Зимин // Сталь. – 2001. – №11. – С. 99–102.
8. Гамей, А.И. Схемы переработки металлургических шлаков [Текст] / А.И. Гамей, В.В. Наумкин, Н.В. Сухинова // Сталь. – 2007. – № 2. – С.144–145.
9. Строительные материалы [Текст] / под общей ред. В.Г. Микульского и В.В. Козлова. – М.: АСВ. – 2004. – 536 с.
10. Аврашков, Л.Я. Экономическая эффективность переработки и использования вторичных черных металлов [Текст] / Л.Я. Аврашков, В.И. Метушевская, Л.Н. Шевелев. – М.: Металлургия, 1992. – 112с.
11. Добровольский, И.П. Переработка и утилизация промышленных отходов Челябинской области [Текст] / И.П. Добровольский, И.Я. Чернявкий, А.Н. Абызов, Ю.Е. Козлов. – Челябинск: изд. «ЗАО Челябинская межрайонная типография», 2003. – 256 с.
12. Панфилов, М.И. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии [Текст]/ М.И. Панфилов, Я.Ш. Школьник, Н.В. Орининский, В.А. Коломиец, Ю.В. Сорокин, А.А. Грабеклис – М.: Металлургия, 1987. – 238 с.
13. Романова, И.П. Использование отходов металлургической промышленности в строительной индустрии как способ сбережения природных ресурсов и снижения экологической напряженности [Текст] / И.П. Романова, О.Б. Бегунов / Территория науки. – М., 2016. – № 2. – С. 94-99.
14. ГОСТ 24640 Добавки для цементов. Классификация [Текст]. – Введ. 1991-07-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2010. – 3с.
15. Кузнецова, Т.В. Активные минеральные добавки и их применение [Текст] / Т.В. Кузнецова, З.Б. Энтин, Б.С. Альбец, Л.Я. Гольдштейн, Н.В. Соколова, Е.Т. Яшина. – М.: Цемент, 1981. – №10. – С. 6-8.
16. Swamy, R. N. Role and effectiveness of mineral admixtures in relation to alkali-silica reaction / R. N. Swamy // The alkali-silica reaction in concrete. Glasgow and London: Blackie and Son Ltd, 1992. - P. 144 - 170.
17. Горшков, В.С. Вяжущие, керамика и стеклокристаллические материалы: Структура и свойства: Справ. Пособие [Текст] / В.С. Горшков, В.Г. Савельев, А.В. Абакумов. – М.: Стройиздат, 1994. – 584 с.
18. Дворкин, Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности [Текст] / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – М.: Феникс, 2007. – 368с.
19. М.И. Абу Махади Применение шлакощелочных вяжущих в строительстве [Текст] / М.И. Абу Махади, А.В. Безбородов. –М.: Вестник РУДН: Инженерные исследования. – Т.18. – №2, 2017. – С. 212-218.
20. Постникова, О. В. Модель эколого-экономической оценки эффективности комплексного освоения техногенных минеральных образований [Текст]/ Вестник ЗабГУ. – № 03 (94), 2013. – С.15-23.
21. ГОСТ Р 56828.26-2017 Наилучшие доступные технологии. Ресурсосбережение. Аспекты эффективного обращения с отходами в цементной промышленности [Текст]. – Введ. 2017-12-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2017. – 32с.

22. Романов, П.С. Рециклинг отходов металлургической промышленности как способ сбережения природных ресурсов и снижения экологической напряженности [Текст] / П.С. Романов, И.П. Романов. – М.: Синергия, 2016. – № 2. – С. 94–99.
23. Михайлов Н.В., Ребиндер П. А. О структурно-механических свойствах дисперсных и высокомолекулярных систем [Текст] // Коллоидный журнал, 1955. – Т.17. – С.107
24. Кузнецова, Т.В. Физическая химия вяжущих материалов [Текст] / Т.В. Кузнецова, И.В. Кудряшов, В.В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1989. – 383с.
25. Майков В.П., О роли добавок в твердении шлакопортландцемента и шлаковых минералов [Текст] / В.П. Майков, Б.В. Гусев, В.Б. Ратинов/ Журнал прикладной химии. – 1976.Т.49, № 3. – С. 470-475.

References

1. Dildin, A.N. Disposal of steel slags /A.N. Dildin, V.I. Chumanov, T.A. Bender//Bulletin of SUSU - 2007. – № 13(85). – P. 15-16.
2. Complex processing and use of metallurgical slags in construction [Text] /V.S. Gorshkov, S.E. Alexandrov, S.I. Ivashchenko, I.V. Gorshkova. - M.: Stroyizdat, 1985. – 272 p.
3. Volzhensky, A.V. Mineral binders [Text] /A.V. Volzhensky. - M.: Stroyizdat, 1979. – 476 p.
4. Sulimenko, L.M. Mechanochemical activation of binding compositions [Text] /L.M. Sulimenko, N.I. Shalunenko, L.A. Urkhanova//Izv. universities. Construction. –1995. – № 11. – P. 63 – 68.
5. Khodakov, G.S. Fine grinding of building materials [Text] /G.S. Khodakov. – M, 1972. – 240 p.
6. Danilov, E.V. Modern technology for the disposal of steelmaking slags [Text] /E.V. Danilov//Metallurg. – 2004. – №6. – P. 38-39.
7. Demin, B.L. Technogenic formations from metallurgical slags as an object of complex processing [Text] /B.L. Demin, Yu.V. Sorokin, A.I. Zimin//Steel. – 2001. – №11. – P. 99-102.
8. Gamei, A.I. Metallurgical slag processing schemes [Text] /A.I. Gamei, V.V. Naumkin, N.V. Sukhinova//Steel. – 2007. – № 2. – P. 144-145.
9. Construction materials [Text] /under the general revision of V.G. Mikulsky and V.V. Kozlov. - M.: DIA. – 2004. – 536 p.
10. Avrashkov, L. Ya. Economic efficiency of processing and use of secondary ferrous metals [Text] / L.Ya. Avrashkov, V.I. Metushevskaya, L.N. Shevelev. - M.: Metallurgy, 1992. – 112p.
11. Dobrovolsky, I.P. Processing and utilization of industrial waste in the Chelyabinsk region [Text] / I.P. Dobrovolsky, I. Ya. Chernyavkiy, A.N. Abyzov, Yu.E. Kozlov. – Chelyabinsk: ed. “ZAO Chelyabinsk Interdistrict Printing House”, 2003. – 256 p.
12. Panfilov, M.I. Slag processing and waste-free technology in metallurgy [Text] / M.I. Panfilov, Ya.Sh. Shkolnik, N.V. Orininsky, V.A. Kolomiets, Yu.V. Sorokin, A.A. Grabeklis - Moscow: Metallurgy, 1987.– 238 p.
13. Romanova, I.P. The use of metallurgical waste in the construction industry as a way to save natural resources and reduce environmental stress [Text] / I.P. Romanova, O.B. Runners / Territory of Science. – M., 2016. – № 2. – P. 94-99.
14. GOST 24640 Additives for cements. Classification [Text]. – Introduction. 1991-07-01. – M.: Gosstandart of Russia: Publishing house of standards, 2010. – 3p.
15. Kuznetsova, T.V. Active mineral additives and their application [Text] / T.V. Kuznetsova, Z.B. Entin, B.S. Albets, L. Ya. Goldstein, N.V. So-Kolova, E.T. Yashin. – M.: Cement, 1981. – №. 10. – P. 6-8.
16. Swamy, R. N. Role and effectiveness of mineral admixtures in relation to alkali-silica reaction / R. N. Swamy // The alkali-silica reaction in concrete. Glasgow and London: Blackie and Son Ltd, 1992. - P. 144 - 170.
17. Gorshkov, V.S. Binders, ceramics and glass-crystalline materials: Structure and properties: Ref. Manual [Text] / V.S. Gorshkov, V.G. Savelyev, A.V. Abakumov. -- M.: Stroyizdat, 1994.– 584 p.
18. Dvorkin, LI Construction materials from industrial waste [Text] / LI Dvorkin, O. L. Dvorkin. – M.: Phoenix, 2007 – 368p.
19. M.I. Abu Makhadi Primeneniye shlakoshchelochnykh vyazhushchikh v stroitel'stve

- [Tekst] / M.I. Abu Makhadi, A.V. Bezborodov. –М.: Vestnik RUDN: Inzhenernyye issledovaniya. – Т.18. – №2, 2017. – S. 212-218.
20. Postnikova, OV Model of ecological and economic assessment of the effectiveness of the integrated development of technogenic mineral formations [Text] / Bulletin of ZabGU. – № 03 (94), 2013. – P.15-23.
21. GOST R 56828.26-2017 Best Available Techniques. Resource saving. Aspects of effective waste management in the cement industry [Text]. – Introduction. 2017-12-01. – М.: Gosstandart of Russia: Publishing house of standards, 2017. – 32p.
22. Romanov, P.S. Waste recycling of the metallurgical industry as a way of saving natural resources and reducing environmental stress [Text] / P.S. Romanov, I.P. Romanov. –М.: Synergy, 2016. – № 2. – P. 94-99.
23. Mikhailov N.V., Rebinder P.A. On the structural and mechanical properties of dispersed and high-molecular systems [Text] //Colloid Journal, 1955. – Т.17. – P. 107
24. Kuznetsova, T.V. Physical chemistry of binding materials [Text] / T.V. Kuznetsova, I.V. Kudryashov, V.V. Timashev. - М.: Higher School, 1989. – 383 p.
25. Maykov V.P., On the role of additives in the hardening of slag portland cement and slag minerals [Text] / V.P. Maykov, B.V. Gusev, V.B. Ratinov / Journal of Applied Chemistry. – 1976. Т.49, N. 3. – P. 470-475.

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, с. Chelyabinsk, Russia. E-mail: aakirsanova@susu.ru

Поступила в редакцию 31.01.2022

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕРИАЛЫ И КОМПОЗИЦИЯ В АРХИТЕКТУРЕ И ДИЗАЙНЕ»

Дисциплина «Материалы и композиция в архитектуре и дизайне» является неотъемлемой частью комплекса проектно-художественных предметов. В курсе рассматривается эволюция художественной формы в историческом, культурном и художественном аспекте, с учетом исторически и территориально сложившихся ограничений и возможностей строительных и отделочных материалов. Изучается структура проектирования как «задачи-идея - воплощение», с учетом всех эстетических, оптимальных для каждого решения, функциональных, экономических и экологических составляющих.

Целью данной работы является формирование профессиональных умений и навыков, в формообразовании объёмных и объёмно-пространственных систем, различной степени сложности в зависимости от их функционального назначения, социальной природы и стилевого образа, современных технологий и функционально-эстетических задач.

Задачами являются развить умение грамотно использовать свойства природных и искусственных материалов в профессиональной деятельности, анализируя цели и задачи проектирования. Необходимо научить целенаправленно использовать свойства природных и искусственных материалов в дизайн проектировании.

«Художественное образование – это процесс овладения и присвоения человеком художественной культуры своего народа и человечества, один из важнейших способов развития и формирования целостной личности, ее духовности, творческой индивидуальности, интеллектуального и эмоционального богатства» .

Следует отметить, что в исследованиях, посвященных теоретическим и прикладным проблемам дизайна, сложилось, как минимум, два более или менее устоявшихся подхода. В одном случае дизайн трактуется как уникальный феномен, как деятельность, имеющая исключительно специфические методы, проблемы и задачи. Таким образом, за начало истории дизайнерской деятельности во всех ее аспектах берется момент институционализации дизайна. Для второго направления характерен такой взгляд на дизайн, который рассматривает эту сравнительно новую область художественно-проектной деятельности в контексте многовековой истории развития проектирования, формообразования и средообразования. В этом случае генезис и эволюция дизайна соотносятся с историей смежных областей: инженерного проектирования, архитектуры, изобразительного и прикладного искусства.

Ключевые слова: дизайн архитектурной среды, материалы и композиция в архитектуре и дизайне, оборудование, мозаика, гипсовая отливка.

STUDENTS CREATIVE POTENTIAL DEVELOPMENT DURING PRACTICAL WORKS IN THE DISCIPLINE “MATERIALS AND COMPOSITION IN ARCHITECTURE AND DESIGN”

The discipline “Materials and Composition in Architecture and Design” is an integral part of the complex of design and art subjects. The course examines the evolution of the art form in the historical, cultural and artistic aspect, taking into account historically and territorially, the existing limitations and possibilities of building and finishing materials. The design structure is studied as “tasks-idea-embodiment”, taking into account all the aesthetic, optimal for each solution, functional, economic and environmental components.

The purpose of this work is the formation of professional skills in the formation of volumetric and volumetric-spatial systems, of varying degrees of complexity, depending on their functional purpose, social nature and stylistic image, modern technologies and functional and aesthetic tasks.

The tasks are to develop the ability to competently use the properties of natural and artificial materials in professional activities, analyzing the goals and objectives of design. It is necessary to teach purposefully to use the properties of natural and artificial materials in design engineering.

“Art education is the process of mastering and appropriating by a person the artistic culture of his people and humanity, one of the most important ways of developing and shaping a whole personality, its spirituality, creative individuality, intellectual and emotional wealth”.

It should be noted that at least two more or less well-established approaches have developed in studies devoted to theoretical and applied problems of design. In one case, design is interpreted as a unique phenomenon, as an activity that has only specific methods, problems and tasks. Thus, the moment of institutionalization of design is taken as the beginning of the history of design activity in all its aspects. The second direction is characterized by such a view of design, which considers this relatively new area of artistic and design activity in the context of the centuries-old history of the development of design, shaping and environment formation. In this case, the genesis and evolution of design correlate with the history of related fields: engineering design, architecture, fine and applied arts.

Keywords: *architectural environment design, materials and composition in architecture and design, equipment, mosaics, plaster casting.*

Развитие творческого потенциала студентов напрямую зависит от количества и качества выполненных практических работ в процессе обучения в университете. Без начальных специальных знаний трудно рассчитывать на эффективный творческий процесс. Подлинное творчество связано с замыслом, и для его зарождения и раскрытия базовые знания тоже необходимы. Они служат основой для осознания меры противоречия между возможностью и задачей. Но творческий процесс значительно затрудняется без расширения кругозора и накопления информации в смежных областях, часто творческие

задачи решают на неосознанном уровне, пользуясь знаниями из других областей [3]. Дисциплина «Материалы и композиция в архитектуре и дизайне» дает возможность студентам испытать свой творческий потенциал путем выполнения следующих практических заданий: мозаичное панно и гипсовая отливка. Оба задания начинаются с эскизов, позволяющих запустить творческую мысль и выразить ее посредством графики. Эскизы выполняются в карандашной технике на формате А3. Как правило, творческий поиск подразумевает выполнение от 3 до 5 возможных вариантов зарисовок, среди которых в

процессе обсуждения и доработки выбирается один вариант (рис.1).

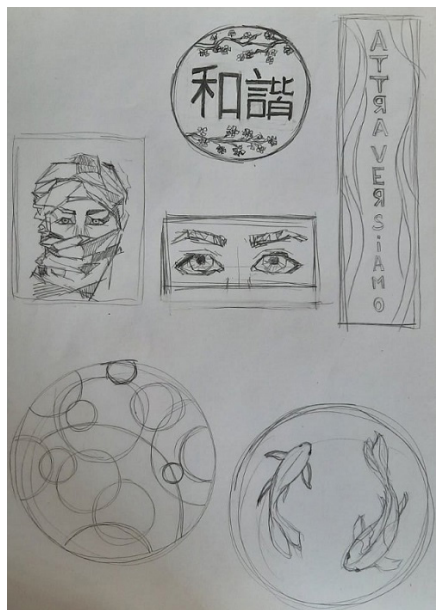


Рис.1. Эскиз мозаичного панно. Студенческая работа

Дальнейший процесс заключается в выборе подосновы, материала мозаичного панно

и способе исполнения. Выполненная работа представляет собой отдельное мозаичное панно на деревянной или керамической подоснове размером в пределах 400х400 мм (рис. 2-4).

Преимущество данных заданий состоит в том, что они совершенно отличаются друг от друга по технологии, материалу, процессу и сложности выполнения. Реализация практического задания «Мозаичное панно» представляет собой определенную сложность, так как подразумевает наличие и использование специфических профессиональных инструментов и материалов. В целом материал для мозаик весьма разнообразен: это не только смальта, но и мрамор, природный камень, галька. Такое многообразие дает неограниченную свободу для воплощения художественной идеи. Мозаичное покрытие заполняет ровные плоскости архитектурного объекта, рельефы и объемные формы. По принципу заполнения плоскости мозаичным изображением и по геометрическому строению композиции в искусстве мозаики нет четких канонов. Выбор художественных средств диктует условия архитектурного простран-



Рис.2. Мозаичное панно. Студенческий проект



Рис.3. Мозаичное панно. Студенческий проект



Рис.4. Мозаичное панно. Студенческий проект

ства. Стеклопанная мозаика в интерьере и экстерьере может быть использована практически повсеместно. Ее можно применять для декорирования стен, потолков помещений, украшения каминов, фасадов зданий, облицовки крытых и открытых бассейнов. Картинами из мозаики может быть украшена и современная мебель [8].

Искусство мозаики существует несколько тысячелетий. Самые старинные образцы, дошедшие до наших дней, сделаны в Древней Месопотамии примерно в 3000 г. до н.э. Секрет привлекательности мозаики в отличие от других видов монументальной живописи заключается в ее долговечности и функциональности [6]. Мозаика (от латинского *musivum* - «посвящённое музам») - это техника создания художественных изображений или декоративных орнаментов на различных поверхностях путем крепления к основе большого количества мелких кусочков твердых материалов [18].

Лучшие произведения монументального искусства тесно связаны с конкретным архитектурным пространством, с функциональным назначением сооружения. Такое композиционное единство достигается целым рядом приемов. Среди них существуют такие, как использование определенного ритма, пропорциональности и масштабности, модуля в качестве объединяющих факторов.

Роль цвета в мозаичном монументальном искусстве усилена. Широко оперируя цветом, монументальная живопись участвует в решении проблем архитектурной композиции: цвет зрительно приближает или удаляет объемы, уменьшает или увеличивает размеры, создает то или иное эмоциональное состояние. И художественные формы несравненно благородства и красоты, когда автор просто восторгался цветом, даря его другим [5]. Мозаичные произведения выступают как средство индивидуализации стандартного архитектурного сооружения. Гармония была целью поиска цветовых моделей [19].

Проведя анализ образцов мозаичного искусства разных эпох и направлений, можно сделать вывод, что принципы геометрического построения, размещения произведений монументальной живописи определялись сложившимися представлениями о гармонизации пространства и формальной структурой архитектуры [1]. Исследуя мозаичные картины, мы можем проследить путь от современного, цивилизованного человека, столь далёкого от природы к человеку, который жил в тесном с ней взаимодействии [20].

Практическое задание «Гипсовая отлив-

ка» выполняется поэтапно и состоит из этапа эскизирования, создания формы и непосредственно самой отливки. Технология отливки применяется в первую очередь для изготовления гипсовой лепнины с орнаментальным объёмным рисунком и к скульптурам [17]. Студентам предстоит вылепить из скульптурного пластилина форму по эскизу, изготовить из макетного картона форму для заливки, залить гипсом по технологии. Для оценки предоставляются все промежуточные этапы работы.

Корни искусства отливки из гипса лепных архитектурных украшений и скульптуры уходят в глубокую древность. В России наивысшего расцвета оно достигло на рубеже XVII и XVIII веков. Этот период совпал с началом строительства Петербурга. Архитектурные сооружения северной столицы стали богато украшаться лепным декором, который русские мастера выполняли с большим вкусом и тонким пониманием материала. Вылепленные из более мягких материалов, из глины, рельеф или скульптуру отливали затем в гипсе. Пропитанный специальными составами, гипс приобретал высокую прочность. Гипсовые отливки можно было легко окрашивать, имитируя другие более дорогостоящие материалы, обработка которых связана с большими технологическими трудностями (камень и металл) [13].

Гипс – доступный и легкий в обработке материал. С доисторических времен литье из гипса наравне с лепкой из глины использовалось для изготовления различных поделок, игрушек и ритуальных фигурок. Процесс литья из гипса состоит из нескольких этапов. Само литье в гипсовые формы занимает минуты, гораздо больше времени уходит на подготовительные и завершающие операции. К подготовительным этапам относятся изготовление модели изделия, проектирование и изготовление формы, подготовка материалов для литья смазывания формы.

Заливать растров в отверстие следует тонкой струйкой, обязательно давая воздуху возможность выйти. После заливки форму надо поворачивать и слегка потрясти, чтобы добиться максимального прилегания раствора к мелким деталям рельефа. Завершающие операции не менее важны. Они так же определяют качество изделия. К ним относятся сушка, разборка формы, удаление литников и доработка деталей готового изделия. Литье в гипсовые формы немного отличается от литья в формы из силикона. Силикон не нуждается в смазке, он упруг и из него легче извлекать отливку, к тому же он дает больше



Рис.5. Гипсовая отливка. Студенческий проект

возможностей для проработки деталей [9]. В качестве примера приведен именно такой вид отливки (рис.5).

Заключение

Таким образом, разнообразие практических задач важно для каждого студента-дизайнера [4]. Если говорить о дизайне в целом, то он представляет собой очень сложную многокомпонентную структуру, в основе которой лежат объекты дизайна: предмет, среда, коммуникация, человек как физический объект. Соответственно этим объектам можно выделить типы дизайна: предметный, средовой, коммуникативный, личностно-имиджевый. В свою очередь, каждый из типов дизайна представлен множеством видов и разновидностей [2]. Дизайн – это специфическая сфера проектной деятельности по разработке предметно – пространственной среды в целом [15]. Разнообразие практических заданий позволяет студентам-дизайнерам повысить свой профессиональный уровень, раскрыть таланты и получить практический опыт. Непрерывное художественное обра-

зование как целостная система содействует установлению согласованности содержания практических занятий [11]. Современное общество заинтересовано в воспитании самостоятельной творческой личности, имеющей целостный взгляд на мир, стремящейся к самообразованию и инновационной деятельности [14].

Отличительной чертой современного российского образования является изменение содержательно-целевых аспектов с позиций гуманизации и модернизации. Это касается и художественного образования [10].

Взаимный контакт между знанием, опытом и пониманием становится основным условием построения профессионального университетского образования [16].

Личностно-ориентированное содержание художественного образования, представляющее собой культурную ценность на общечеловеческом, государственном и региональном уровнях, направлено на развитие целостного человека [12].

Литература

1. Аносова С.С. Мозаика, история и современность. Мозаичные произведения в интерьерах ИрГТУ // Вестник ИрГТУ №1 (96) 2015. – 81-88 с.
2. Елисеенков Г.С. Художественно - дизайнерское образование: современные факторы развития // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. Дизайн и реклама. №9, 2009. –39-40 с.
3. Тохчукова Д.З. Реализация творческого потенциала студентов-дизайнеров средствами проектных технологий // Мир науки, культуры и образования. №1 (50) 2015.– 149-151 с.
4. Ковешникова Е.Н., Ковешникова Н.А. Дизайн-образование в контексте эволюции проектирования // Педагогика и психология. 247-243 с.

5. Тейлор Э. Б. Первобытная культура / Э.Б. Тейлор. – М.: Из-во политической культуры, 1989. – 573с.
6. Чик М. Мозаика / пер. с англ. М.: ИД «Ниола XXI век», 2004. 96 с.
7. Концепция художественного образования в Российской Федерации //Искусство в школе. – 2002. – № 2.
8. Художественная мозаика <https://www.stroyportal.ru/articles/article-hudozhestvennaya-mozaika-7716/> (дата обращения 30.01.2022).
9. Артюхов С. Литье из гипса. <https://stankiexpert.ru/spravochnik/litejjnoe-proizvodstvo/lityo-iz-gipsa.html> (дата обращения 30.01.2022).
10. Зрелых Д.Л. Художественное образование как непрерывный процесс познания объективной реальности человеком // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2008. – 141-149 с.
11. Литвинова И.В. Непрерывность как условие эффективного художественного образования // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки. – 2011. – 62-65 с.
12. Шарковская Н.В. Содержание художественного образования как средство культурного развития личности // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. – 2017. – 144-155 с.
13. Отливка из гипса <http://artyx.ru/books/item/f00/s00/z0000073/st043.shtml> (дата обращения 30.01.2022).
14. Батанина А.В. Методическая разработка «Отливка из гипса на занятиях скульптурой» // <https://urok.1sept.ru/articles/683380> (дата обращения 30.01.2022).
15. Рунге В.О. О парадигмах общественного дизайна. Архитектура. Строительство. Дизайн. 2000. №4. – 76 с.
16. Рак Е.В. Становление дизайн-образования в системе высшего профессионального образования // Ученые записки Орловского государственного университета. 2016. –№ 4. – 327-334 с.
17. Отливка лепнины по формам <https://artlepka.ru/articles/otlivka-lepniny-po-formam/> (дата обращения 30.01.2022).
18. Мозаика - искусство создания цельной картины из множества мелких отдельных кусочков <https://veryimportantlot.com/ru/news/blog/chto-takoe-mozaika> (дата обращения 30.01.2022).
19. Дмитриева И. А. Краткая история искусств / И.А. Дмитриева – М, 2000 г. – 347 с.
20. Вачьянц А.М. Введение в мировую художественную культуру / А.М. Вачьянц. – 5-е изд. - М.: Айрис-пресс, 2009. – 224 с.

References

1. Anosova S.S. Mosaic, history and modernity. Mosaic works in the interiors of IrGTU.// Vestnik IrGTU №1 (96) 2015. – 81-88 p.
2. G. S. Yeliseyenkov. Art-design education: modern factors of development // Vestnik of the Kemerovo State University of Culture and Arts. Design and advertising. №9, 2009. – 39-40 p.
3. Tohchukova D.Z. Realization of the creative potential of design students by means of project technologies // The world of science, culture and education. №1 (50) 2015. – 149-151 p.
4. Koveshnikova E.N., Koveshnikova N.A., Design Education in the Context of Design Evolution //Pedagogy and Psychology. 247-243 p.
5. Taylor E. B. Primitive culture / E.B. Taylor - M: Because of political culture, 1989. – 573 p.
6. Chik M. Mosaic/PH «Niola XXI age», 2004. 96 p.
7. The concept of art education in the Russian Federation // Art at school. - 2002. - № 2.
8. Artistic mosaic <https://www.stroyportal.ru/articles/article-hudozhestvennaya-mozaika-7716/>(date of the application 30.01.2022).
9. Artuhov S. Plaster casting <https://stankiexpert.ru/spravochnik/litejjnoe-proizvodstvo/lityo-iz-gipsa.html> (date of the application 30.01.2022).
10. Zrelykh D.L. Art education as a continuous process of cognition of objective reality by a person // Scientific notes. Electronic scientific journal of Kursk State University. – 2008.
11. Litvinova I.V. Continuity as a condition for effective art education // News of the

- Dagestan State Pedagogical University. Psychological and pedagogical sciences. - 2011.
12. Sharkovskaya N.V. The content of art education as a means of cultural development of the individual // Bulletin of the Moscow State University of Culture and Arts. – 2017.
 13. Gypsum casting <http://artyx.ru/books/item/f00/s00/z0000073/st043.shtml> (date of the application 30.01.2022).
 14. Batanina A.V. Methodological development “Gypsum casting in sculpture classes”// <https://urok.1sept.ru/articles/683380> (date of the application 30.01.2022).
 15. Runge V.O. On the paradigms of public design. Architecture. Building. Design. 2000. No. – 4. 76 p.
 16. Rak E.V. The formation of design-education in the system of higher professional education // Scientific notes of the Oryol State University. 2016. –No. 4.
 17. Casting stucco molds <https://artlepka.ru/articles/otlivka-lepniny-po-formam/> (date of the application 30.01.2022).
 18. Mosaic is the art of creating a whole picture from many small individual pieces. <https://veryimportantlot.com/ru/news/blog/chto-takoe-mozaika> (date of the application 30.01.2022).
 19. Dmitrieva I.A. A Brief History of Arts / I.A. Dmitrieva – М, 2000 – 347p. with ill.
 20. Vachyants A.M. Introduction to the World Art Culture / A.M. Vachyants. – 5th ed. – Moscow: Iris Press, 2009. –224 p.

Федорова М.Ю.,

доцент кафедры «Дизайн и изобразительные искусства», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: fedorovami@susu.ru

Fedorova M. Yu.,

docent of the department «Design and visual arts», South Ural State, c. Chelyabinsk, Russia. E-mail: fedorovami@susu.ru

Поступила в редакцию 31.01.2022

Чистяков А.В., Воробьева А.А.

ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ – НОВЫЙ МЕТОД АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Рассмотрены особенности виртуального прототипирования архитектурной среды и стороны внедрения виртуальных технологий, описаны особенности использования интерактивных систем, а также выявлены наиболее развивающиеся направления компьютерного моделирования в архитектурном проектировании.

Компьютерные технологии входили в архитектуру постепенно, с неодинаковой скоростью проникая в различные аспекты проектной деятельности. Применение их в архитектурном формообразовании часто предвосхищалось экспериментами в компьютерном искусстве и лишь изредка происходило синхронно с ними. В итоге технические приемы и методы формообразования компьютерного искусства составили наиболее инновационные черты современных архитектурных проектных технологий. Таким образом, исследование перехода этих технологий в архитектуру представляется полезным для понимания оснований многих направлений современной архитектуры и важным при попытках прогнозирования ее развития. Эстетические нормы во многих проявлениях культуры развиваются одновременно. Это проявляется на разных уровнях: от общих композиционных приемов и художественных систем до технических и технологических приемов. При этом художники в той или иной форме всегда экспериментировали с новейшими технологиями.

С появлением компьютерных технологий многие художники сделали их возможности объектом своих изысканий. Так зародилось компьютерное искусство. Системы дополненной реальности активно распространяются с развитием технологий, изображения итоговых проектных предложений все чаще заменяются анимированными сценами, которые помогают более наглядно представить 3d-модель и ее окружение, появляется возможность акцентирования взгляда на более важные детали. Архитектурное прототипирование является новым методом представления виртуальных моделей, наиболее приближенных к реальности. Такой метод проектирования стал новой перспективной платформой для современного пространства. Взаимодействие интерактивного моделирования и информационной модели выходит на новый уровень проектирования. Использование современных технологий предполагает новый взгляд на прототипирование архитектурной среды в таких направлениях: моделирование общественных городских пространств и малых архитектурных форм, моделирование жилых и промышленных зданий, дизайн интерьеров.

Ключевые слова: прототипирование, компьютер, виртуальное проектирование, интерактивная модель, архитектурная среда.

VIRTUAL PROTOTYPING OF ARCHITECTURAL ENVIRONMENT- THE NEW METHOD OF ARCHITECTURAL DESIGN

Observes the features of virtual prototyping of architectural environment and the ways of implementing virtual technologies, it describes the peculiarities of using the interactive systems and also it identifies the most developed aspects of computer simulation in architectural design.

Computer technologies were implemented in architecture gradually, entering the different parts of project activity at different times. Their usage in architectural form-building was anticipated with various experiments in digital art which rarely happened simultaneously with the actual usage. In the end the technical methods and the techniques of digital art form-building proved to be the most innovational features of modern architectural design. So, to fully understand the different forms of modern art and to be able to prognose its potential development it is necessary to study how the technologies were implemented in architecture. Aesthetic norms in various manifestations of culture develop at equal rate. It can be seen on different levels: from general compositional methods and artistic systems to technical and technological approaches. And the artists are most likely to experiment with the newest technologies in one way or the other. Nowadays many artists explore the possibilities of computer technologies to use them while creating their masterpieces afterwards. This is where the digital art is born.

With the development of technologies, the virtual reality systems become more and more popular, the images of the final project are being replaced with 3-D models and animated scenes, which help artists to contemplate their projects in details. Architectural prototyping tends to be the new way to create the virtual models, which are almost indistinguishable from the reality. This creates a great platform for perspective artists and gives them incredible opportunities. The synergy of interactive design and informational models presents a whole new level of designing. Using modern technologies gives us new perspective on prototyping architectural environment in such aspects as designing public spaces and lesser architectural forms, designing living and industrial facilities, interior design.

Keywords: *prototyping, computer, virtual design, interactive model, architectural environment.*

Информационные технологии в архитектуре развивались постепенно, захватывая различные виды проектной деятельности. На начальных этапах строительства часто приходится пользоваться приемами компьютерного моделирования, чтобы более реалистично представить будущую картинку. Технические приемы научного мышления являются наиболее прогрессивными аспектами современных проектных решений. Исследование таких технологий в архитектуре является полезным и важным для осуществления многих направлений при попытках прогнозирования ее развития [1].

Активное использование новых технологий в практике архитектурного проектирования и возможность управлять информа-

ционными потоками на всех стадиях проекта является очень важным требованием в повышении лучшей производительности организаций, где архитектурная деятельность является смыслом существования и главной составляющей. Установление единого пространства для оперативного обмена информацией и мнениями между заинтересованными лицами проекта повышает качество сделанной работы и реализует архитектурную идею автора [2].

Общие цели архитектурной идеи и возможностей представления и реализации архитектурного замысла за счет информационных технологий создаются вместе, поэтому важно не только создать оригинальную идею, но и точно представлять, с применением ка-

ких строительных технологий эта идея может быть реализована.

Виртуальное прототипирование – это метод позволяющий разрабатывать новые модели, которые впоследствии используют в программном обеспечении для автоматизированного проектирования (CAD) для проверки конструкции перед тем, как приступить к созданию физического прототипа [3]. Это осуществляется путем создания 3-х мерных компьютерных геометрических деталей, либо объединения их, либо тестирования различных механических движений, что позволяет анализировать продукт, используя текущую геометрическую 3D-модель, а также данных о его механических свойствах и движении элементов. Это помогает выявить ошибки в конструкции, различные неудобства использования и несоответствие техническим требованиям или нормам на ранних этапах архитектурного проектирования. Данную конструкцию разрабатывают несколько специалистов, проектируя различные трехмерные модели в специализированных системах проектирования (CAD). Для регулярной макетной комиссии их собирают в единую модель, которую далее показывают в системе виртуальной реальности. Это позволяет всем участникам проектировочного процесса видеть разработки в реальном масштабе.

Получившийся виртуальный прототип можно рассмотреть со всех сторон, оценить эргономику и проверить, правильно ли были спроектированы и скомпонованы детали архитектурной композиции. Данные передаются в соответствующий отдел, где вносятся нужные изменения, после чего виртуальный прототип перепроверяется заново. Таким образом, чтобы провести первичную проверку геометрии, физических данных и функциональности модели, не требуется изготавливать натурный макет, расходуя деньги и время – достаточно виртуального прототипа.

Прототипирование базируется на использовании цифровых инструментов в процессе производства, что позволяет воплощать идеи любой сложности, что является средством интеграции вычислительной среды в архитектуру [4]. Со временем компьютерные технологии стали для многих художников объектами исследований. Инновационные технологии можно условно разделить на две большие группы: технические, связанные с использованием новых аппаратных и программных средств и формообразующие, основанные на создании или применении компьютерных алгоритмов.

Первая группа рассматривает различные формы компьютерного моделирования, сформированные для более точного результата. К ним можно отнести компьютерную скульптуру, основанную на технологии быстрого прототипирования, интерактивные инсталляции, компьютерный коллаж, произвольное компьютерное моделирование, относящееся к виртуальной и дополненной реальности.

Вторая группа явлений определяет различные алгоритмические действия. В настоящее время исследования рассматривают только те формы компьютерного проектирования, которые оказали значимое влияние на архитектуру.

Анализ отдельных видов моделирования, связанных с компьютерными технологиями, позволяет лучше понять структуру некоторых направлений в архитектуре. Существует связь некоторых отдельных функций компьютерного формообразования с приемами, применявшимися в графических компьютерных композициях [5]. Такой метод в архитектурном проектировании позволяет точнее познать новые научные идеи и модели.

С появлением медиатехнологий изменился сам процесс проектирования. Архитектор на этапе создания проекта может возвести виртуальную модель здания. Таким образом, можно не только проектировать здания и рассчитывать их физические характеристики, моделировать процессы, которые там происходят. Появляются так называемые виртуальная и реальная архитектура. Музей Гуггенхайма в г. Бильбао, Испания (рис.1) [6] стал первым образцом компьютерного проектирования, построенный в 1997 году архитектором Ф. Герри, он стал началом появления криволинейных архитектурных форм, которые ранее невозможно было просчитать.

Разработка таких программ как Archicad, Autocad и т. д. стала основным помощником в представлении и визуализировании модели. Программа Archicad Teamwork дает возможность корректировать любые настройки, не отрываясь от рабочего процесса. Совместная работа над проектом открывает общий доступ к документу, позволяет специалистам обсудить важные моменты. Программа Archicad Teamwork помогает одному проектировщику структурировать здания и разбивку осей, другому – составлять альбом с чертежами, третьему – подбирать реквизиты и т. д.

Информационные единицы, не имеющие какого-либо значащего контекста и не объединяемые в группы, требуется объединять в значимые структуры, так как их теперь



Рис. 1. Общий вид Музея Гуггенхайма в г. Бильбао, Испания

легко объяснить на языке обычной грамматики. Одной из наиболее распространенных способностей человека, применимой ко всем чувственным формам, является тенденция кодирования информации о реальности на языке абстракций высокого уровня, в которые может встраиваться новая информация. Люди воспринимают видимое в значимые паттерны в зависимости от созданных ранее структур и знаний из прошлого опыта [7].

В архитектуре прототипы играют важную роль, являясь как основой профессиональ-

ных знаний об объектах, в которых четко воспроизводится структура, прототип, функция, основные модели средового поведения [8]. Стереотипы освоения пространства, являющиеся признаками такой визуализации, также достаточно устойчиво воспроизводятся характер взаимосвязи элементов или соотношение признаков (рис.2).

Распознавание зрительных образов человеком включает зрительный анализ на входном этапе и хранение информации в долговременной памяти.

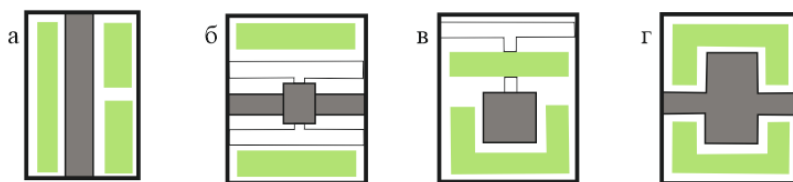


Рис.2. Схемы планировочных инвариантов: а – улица; б – бульвар; в – двор; г – площадь

Общие значения планировочных вариантов включают:

- формализованные закономерности, повторяющиеся в характере выбранного типа;
- накопление, фиксацию, упорядочивание и передачу ценностного опыта профессиональной деятельности;
- роль идеализированного объекта проектной деятельности;
- пространственно-морфологические характеристики, в том числе: схемой, структурой, взаимосвязями, смысловыми, пространственными и масштабными взаимоотношениями;
- цитирование архитектурных форм; вос-

произведение устойчивых стилевых принципов; творческой интерпретацией идеализированных объектов.

Информационное моделирование зданий (ВИМ) – это процесс, в результате которого на каждом его этапе создается, развивается и совершенствуется информационная модель здания (ВИМ). Информационная модель здания (ВИМ) – это пригодная для компьютерной обработки информация о проектируемом или уже существующем строительном объекте, при этом:

- нужным образом согласованная и взаимосвязанная;

- имеющая геометрическую привязку;
- пригодная для расчетов и анализа;
- допускающая необходимые обновления.

Иными словами, виртуальная модель здания – это некоторая база данных об этом здании, управляемая с помощью соответствующей компьютерной программы [9 – 11]. Эта информация, в первую очередь, предназначена и может использоваться для:

- расчета узлов и компонентов здания;
- предсказания эксплуатационных качеств объекта;
- создания проектной документации;
- составления смет и строительных планов;
- управления возведением здания, эксплуатацией в течение всего жизненного цикла объекта, проектирования и управления реконструкцией или ремонтом здания;
- сноса и утилизации здания и т. д.

Такое определение в наибольшей степени соответствует современному подходу к кон-

цепции BIM многих разработчиков компьютерных средств проектирования на основе информационного моделирования зданий. Схематическая BIM модель, хранящаяся и обрабатываемая в этой модели и получаемая из нее для дальнейшего использования, показана на (рис. 3) [12].

Потребности общества постоянно меняются, таим образом возникает проблема изменения функций здания, возрастает необходимость в многофункциональных и гибридных пространствах, а тенденция постоянного роста населения порождает проблему возведения большого количества новых жилых площадей. Социология ставит перед архитекторами задачу – обеспечения зданий необходимыми признаками и функциями, чтобы оно соответствовало требованиям современного общества. Из этого следует необходимость применения современных информационных технологий.

Основными предпосылками развития

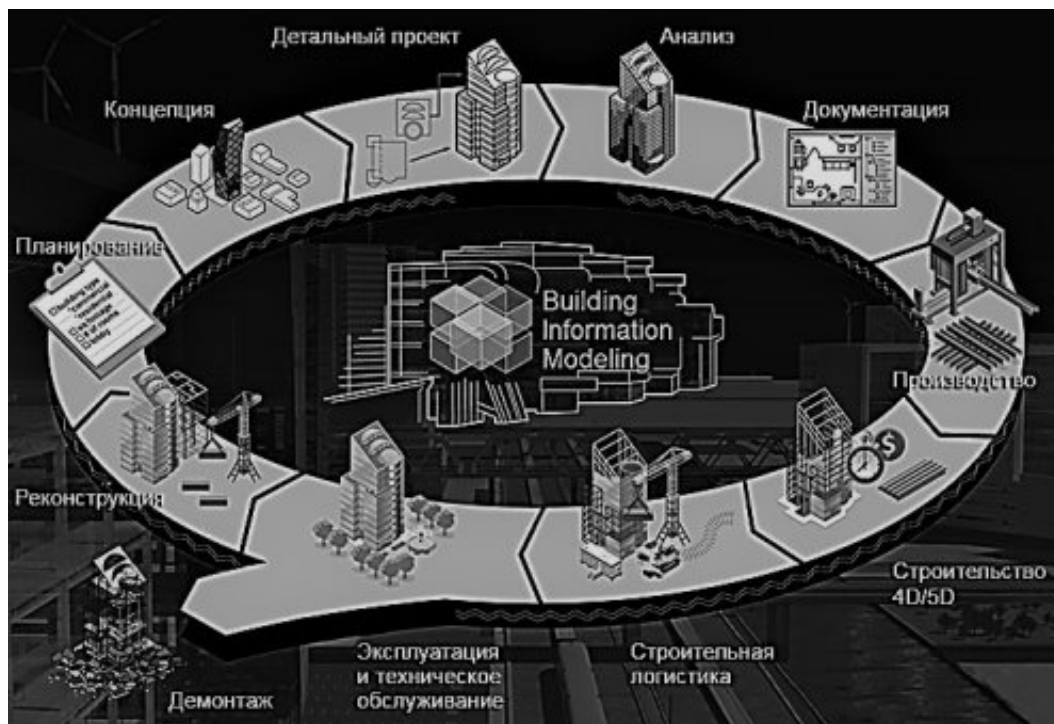


Рис.3. Возможности BIM проектирования

цифровых методов являются постоянно развивающиеся технологии, проблема разработки устойчивой и экологичной архитектуры, возникновение нового информационного общества, а также прогнозируемое событие, связанное с возникновением четвертой промышленной революции, характеризованное массовым внедрением киберфизических систем в производство и применением искусственного интеллекта.

Существует три основных направления цифровых метода:

- параметрический;
- алгоритмический;
- генеративный.

Параметрический метод реагирует на внешние и внутренние условия и процессы, адаптируясь к ним. Алгоритмический метод основан на формулах, на поиске формы от набора точек (в начале) до твердого тела.

Генеративное моделирование использует машинное обучение для имитации в проектировании природного эволюционного подхода [13–19].

Важнейшее достижение Ф. Гэри – это уменьшение стоимости строительства. Он показал, как, не сильно увеличивая стоимость строительства, можно получить не стандартно безликое, а уникальное сооружение, «утверждая неповторимость – лично своего, своей общины, корпорации или данного места».

Предварять внедрения новых технологий проектирования должна их реальная проверка на практике, позволяющая отбрасывать неэффективные формы, выходить из типовых направлений, избегать убыточных проектов.

В России, хоть и со значительным опозданием по сравнению с мировой практикой, системы виртуальной реальности (ВМ) также начинают активно применяться [20]. Напри-

мер, корпорация «Росатом» использует виртуальное прототипирование при проектировании атомных станций, для сопровождения строительства и обучения сотрудников.

Заключение

Таким образом, можно отметить основные преимущества систем виртуального прототипирования:

- снижение количества ошибок;
- ускорение разработки и производства;
- улучшение качества изделия;
- сокращение издержек на производстве;
- повышение эффективности и сокращение времени обучения;
- эффективное проведение реалистичных демонстраций изделия.

Отрицательных сторон применения виртуальных технологий не обнаружено, так как эти программы помогают заказчику быстрее понять размер, общий вид и функцию модели.

Литература

1. Алтунян А.О. Методы формообразования в компьютерном искусстве и проектные технологии в архитектуре. URL: <https://elima.ru/articles/?id=50>. (дата обращения: 20.01.2022).
2. Калинин Ю.Г. Информационные технологии и архитектурное проектирование: практика применения. URL: https://www.cadmater.ru/magazin/articles/cm_65_15.html. (дата обращения: 20.01.2022).
3. Немтинов В.А., Соколов М.В., Мокрозуб В.Г. и др. Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн. Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 376 с.
4. Салех М.С. Основные направления развития цифровых методов проектирования в новейшей архитектуре, 2020. – 358 с.
5. Хайм М. Метафизика виртуальной реальности // Исследования по философии современного понимания мира. – № 1. – М. – 1995. (дата обращения: 20.01.2022). URL: https://vuzdoc.ru/68119/filosofiya/maykl_haym_metafizika_virtualnoy_realnosti_naivnogo_realizma_irrealizmu
6. Музей Гуггенхайма в Испании. URL: <https://wikiway.com/spain/bilbao/muzey-guggenkhayma-v-bilbao/>
7. Лапшов А.Ю. Современные компьютерные технологии в архитектурной науке и образовании. URL: <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2020/11.pdf>. (дата обращения: 20.01.2022).
8. Захаркин Д. Технологии в разработке: на смену макетам пришли VR-прототипы. URL: <https://rb.ru/opinion/prototypes/>. (дата обращения: 20.01.2022).
9. История развития технологий виртуальной реальности. Профессиональный информационный ресурс «Arnext». URL: <http://arnext.ru/articles/istoriya-stanovleniya-virtualnoj-realnosti-19885> (дата обращения: 20.01.2022).
10. Дзюбенко М.А. Дайджест книги Фрэнсиса Хэммета “Виртуальная реальность”. – М., 1993. URL: <https://www.khstu.su/vestnik/articles/605.pdf> (дата обращения: 20.01.2022).
11. Шаповалов Е.А. Философские размышления о виртуальной реальности. // Вестник Санкт-Петербургского университета, – Серия 6, – Выпуск 2, – 1996. URL: http://aud-journal.com/images/agd11/agd11_04.pdf (дата обращения: 20.01.2022).
12. Абалтусов Ю.А. ВМ-технологии. Проблемы их внедрения и перспективы раз-

- вения в строительстве и проектировании. – Текст непосредственный// Молодой ученый. – 2019. – №25(263). – С. 151-153. URL: <https://moluch.ru/archive/263/60897/>. (дата обращения: 20.01.2022).
13. Cutieru A. May 29, 2020. An Overview of Digital Fabrication in Architecture. URL: <https://www.archdaily.com/940530/an-overview-of-digital-fabrication-in-architecture>. (дата обращения: 18.01.2022).
14. Chu H. Architecture mapping: tools and methodology. URL: <https://developpaper.com/architecture-mapping-tools-and-methodology/>. (дата обращения: 18.01.2022).
15. Inna S. Lola, Murat Bakeev. Measurement of digital activity in medium, high-tech and low-tech manufacturing industries. URL: <https://www.hse.ru/data/2019/08/08/1483633828/95STI2019.pdf>. (дата обращения: 18.01.2022).
16. Cameron Wilson. How to Design a Web Application: Software Architecture. URL: <https://www.educative.io/blog/how-to-design-a-web-application-software-architecture-101>. (дата обращения: 20.01.2022).
17. Emrecan Gülay, Andrés Lucero. Understanding the Role of Physical and Digital Techniques in the Initial Design Processes of Architecture. URL: https://www.researchgate.net/publication/354134438_Understanding_the_Role_of_Physical_and_Digital_Techniques_in_the_Initial_Design_Processes. (дата обращения: 20.01.2022).
18. Thomas Betts, Charles Humble, Daniel Bryant, Jan Stenberg. Software Architecture and Design Info Trends Report—April 2020. URL: <https://www.infoq.com/articles/architecture-trends-2020>. (дата обращения: 20.01.2022).
19. Mollie Claypool. The Digital in Architecture: Then, Now and in the Future. URL: <https://space10.com/project/digital-in-architecture/>. (дата обращения: 20.01.2022).
20. BIM-технологии в проектировании и строительстве. URL: <https://bim-info.ru/articles/bim-tekhnologii-v-proektirovanii-i-stroitelstve/>. (дата обращения: 20.01.2022).

References

1. A. O. Altunyan. Methods of shaping in computer art and design technologies in architecture. URL: <https://elima.ru/articles/?id=50>. (accessed: 20.01.2022).
2. Kalinin Yu.G. Information technologies and architectural design: application practice. URL: https://www.cadmaster.ru/magazin/articles/cm_65_15.html. (date of application: 20.01.2022).
3. Nemtinov V.A., Sokolov M.V., Mokrozub V.G. and etc. Virtual modeling, prototyping and industrial design. Publishing house of FGBOU VPO “TSTU”, 2015. – 376 p.
4. Saleh M.S. The main directions of development of digital design methods in the latest architecture, 2020. - 358 p.
5. Heim M. Metaphysics of virtual reality // Studies on the philosophy of modern understanding of the world. - No. 1. - M. - 1995. (date of issue: 20.01.2022).
6. The Guggenheim Museum in Spain. URL: <https://wikiway.com/spain/bilbao/muzey-guggenkhayma-v-bilbao/>
7. Lapshov A.Yu. Modern computer technologies in architectural science and education. URL: <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2020/11.pdf>. (date of notification: 20.01.2022).
8. Zakharkin D. Technologies in development: VR prototypes have replaced the layouts. URL: <https://rb.ru/opinion/prototypes/>. (accessed: 20.01.2022).
9. The history of the development of virtual reality technologies. Professional information resource “Arnext”. URL: <http://arnext.ru/articles/istoriya-stanovleniya-virtualnoj-realnosti-19885> (accessed: 20.01.2022).
10. Dzyubenko M.A. Digest of Francis Hammett’s book “Virtual Reality”. - M., 1993. URL: <https://www.khstu.su/vestnik/articles/605.pdf> (accessed: 20.01.2022).
11. Shapovalov E.A. Philosophical reflections on virtual reality. // Bulletin of St. Petersburg University, - Series 6, - Issue 2, - 1996. URL: http://aud-journal.com/images/agd11/agd11_04.pdf (date of application: 20.01.2022).
12. Abaltusov Yu.A. BIM technologies. Problems of their implementation and prospects for development in construction and design. - The text is direct // Young scientist. – 2019. – №25(263). – Pp. 151-153. URL: <https://moluch.ru/archive/263/60897/>. (accessed: 20.01.2022).
13. Cutieru A. May 29, 2020. An Overview of Digital Fabrication in Architecture. URL:

<https://www.archdaily.com/940530/an-overview-of-digital-fabrication-in-architecture>. (дата обращения: 18.01.2022).

14. Chu H. Architecture mapping: tools and methodology. URL: <https://developpaper.com/architecture-mapping-tools-and-methodology/>. (дата обращения: 18.01.2022).

15. Inna S. Lola, Murat Bakeev. Measurement of digital activity in medium, high-tech and low-tech manufacturing industries. URL: <https://www.hse.ru/data/2019/08/08/1483633828/95STI2019.pdf>. (дата обращения: 18.01.2022).

16. Cameron Wilson. How to Design a Web Application: Software Architecture. URL: <https://www.educative.io/blog/how-to-design-a-web-application-software-architecture-101>. (дата обращения: 20.01.2022).

17. Emrecan Gülay, Andrés Lucero. Understanding the Role of Physical and Digital Techniques in the Initial Design Processes of Architecture. URL: https://www.researchgate.net/publication/354134438_Understanding_the_Role_of_Physical_and_Digital_Techniques_in_the_Initial_Design_Processes. (дата обращения: 20.01.2022).

18. Thomas Betts, Charles Humble, Daniel Bryant, Jan Stenberg. Software Architecture and Design Info Trends Report—April 2020. URL: <https://www.infoq.com/articles/architecture-trends-2020>. (дата обращения: 20.01.2022).

19. Mollie Claypool. The Digital in Architecture: Then, Now and in the Future. URL: <https://space10.com/project/digital-in-architecture/>. (дата обращения: 20.01.2022).

20. BIM technologies in design and construction. URL: <https://bim-info.ru/articles/bim-tehnologii-v-proektirovanii-i-stroitelstve/>. (date of application: 20.01.2022).

Чистяков А.В.,

Преподаватель кафедры архитектуры, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: perfidem@list.ru

Воробьева А.А.,

Студент кафедры архитектуры, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия. E-mail: anastasiavorobeva409@gmail.com

Chistyakov A.V.,

lecturer of the Department of Architecture, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: perfidem@list.ru

Vorobyeva A.A.,

student of the Department of Architecture, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia. E-mail: anastasiavorobeva409@gmail.com

Поступила в редакцию 03.02.2022