

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



УДК 728

DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.12

Е. М. ГЕНЕРАЛОВА
В. П. ГЕНЕРАЛОВ

СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ОБЛИКА ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

MODERN FEATURES OF THE FORMATION OF THE ARCHITECTURAL
APPEARANCE OF BUILDINGS FROM PRECAST CONCRETE

Рассматривается актуальная на сегодняшний день тема совершенствования индустриальных методов строительства, к которым относятся полносборные и сборно-монолитные технологии возведения зданий. Подчеркивается, что несмотря на целый ряд неоспоримых достоинств данных технологий, имеются и недостатки, касающиеся в первую очередь архитектурного однообразия фасадов. В этой связи как в сборной, так и в сборно-монолитных технологиях наибольший интерес вызывают особенности формирования фасадных конструкций, оказывающих непосредственное влияние на архитектурный облик здания и на его эстетическую привлекательность. Поэтому целью исследования является анализ современного уровня развития производства сборных железобетонных фасадных систем как в отечественном, так и в зарубежном индустриальном домостроении. Выявлено, что одним из перспективных направлений повышения эстетической привлекательности фасадных панелей является применение архитектурного сборного железобетона. Представлены характерные особенности данного инновационного материала и приведены примеры производств, на которых активно развивается направление выпуска разнообразной продукции с применением архитектурного сборного железобетона.

Ключевые слова: сборный железобетон, сборные фасадные системы, архитектурный сборный железобетон, жилые здания

The paper deals with the current topic of improving industrial construction methods, which include prefabricated and prefabricated monolithic technologies for the construction of buildings. It is emphasized that, despite a number of indisputable advantages of these technologies, there are also disadvantages concerning, first of all, the architectural uniformity of the facades. In this regard, both in precast and in precast-monolithic technologies, the most interesting are the features of the formation of facade structures, which have a direct impact on the architectural appearance of the building and its aesthetic appeal. Therefore, the purpose of the study is to analyze the current level of development of the production of prefabricated reinforced concrete facade systems both in domestic and foreign industrial housing construction. It was revealed that one of the promising directions for increasing the aesthetic appeal of facade panels is the use of architectural precast concrete. The characteristic features of this innovative material are presented and examples of industries on which the direction of production of various products using architectural prefabricated reinforced concrete is actively developing are given.

Keywords: precast concrete, prefabricated facade systems, architectural precast, residential buildings

На сегодняшний день в мире существуют и развиваются различные виды домостроения: деревянное, кирпичное, монолитное, сборное,

сборно-монолитное и т. п. При этом все большую актуальность приобретают индустриальные методы строительства, основанные на

унификации, типизации и стандартизации. Многие исследователи считают, что именно индустриализация должна стать основным направлением развития строительного производства, которое стремится стать полностью механизированным процессом монтажа зданий из крупноразмерных конструктивных элементов, имеющих максимальную заводскую готовность [1–9]. Следует отметить, что сборные конструкции могут выполняться из различных материалов, но в данном исследовании хотелось бы остановиться на сборном железобетоне, получившем наибольшее распространение в современном строительстве.

Обосновывая актуальность и проблематику данного исследования, следует отметить, что в 50–60-е гг. XX в. Советский Союз занимал в мире лидирующие позиции по внедрению индустриальных методов строительства, активное развитие крупнопанельного домостроения помогло в короткие сроки решить жилищную проблему. В 1990-е гг. все завоевания были утрачены, большинство домостроительных комбинатов прекратили свое существование. При этом проблема нехватки доступного жилья в России по-прежнему стоит чрезвычайно остро, что объясняет восстановление интереса к индустриальному домостроению не только в Москве и Московской области, но и в других регионах.

К неоспоримым преимуществам сборного железобетона относятся: уменьшение трудозатрат и расхода материалов на строительной площадке, повышение качества строительства и увеличение его скорости, а также снижение стоимости. Сборные железобетонные здания отличаются долговечностью и могут быть рассчитаны на 100-летний срок службы с минимальным обслуживанием. Они разрабатываются, чтобы выдержать испытание временем и могут выстоять даже в самых неблагоприятных погодных условиях. Однако отмечают и недостатки полносборной строительной технологии, среди которых чаще всего называют архитектурное однообразие и отсутствие гибкости в планировочных решениях. Поэтому наряду с полносборными технологиями развивается сборно-монолитная технология, ее основой является несущий каркас, состоящий из трех основных железобетонных элементов, изготовленных в заводских условиях: колонны, предварительно напряженные ригели и плиты перекрытия, узел соединения которых (колонна-ригель-плита) является монолитным. Данная технология в отличие от сборного железобетонного строительства не ограничена типовыми проектными решениями и дает возможность возводить жилые здания с квар-

тирами со свободной планировкой. Как в сборной, так и в сборно-монолитной технологиях **наибольший интерес вызывают особенности формирования фасадных конструкций**, оказывающих непосредственное влияние на архитектурный облик здания и на его эстетическую привлекательность.

В этой связи объектом данного исследования является архитектурный сборный железобетон, преимуществом которого является практически безграничный дизайнерский потенциал. Предмет исследования – основные характеристики архитектурного сборного железобетона: конструктивные, технологические и эстетические, зависящие от метода отделки поверхностей, отличающихся по форме, цвету или текстуре. В исследовании решались следующие задачи: выявление специфических особенностей архитектурного сборного железобетона, влияющих на эстетику массового многоквартирного жилья; сравнительный анализ современного отечественного и передового зарубежного опыта применения фасадных систем в сборном и сборно-монолитном строительстве.

Архитектурный сборный железобетон

Это относительно новый современный термин, обозначающий бетонные панели, которые, как правило, выполняют как конструктивные, так и декоративные функции, имея художественную и эстетическую ценность. В отличие от обычного сборного железобетона, архитектурный сборный железобетон имеет большое разнообразие по форме, цвету и текстуре. Примером архитектурного сборного железобетонного элемента может быть внешний слой стеновой панели, которая имеет декоративные элементы, такие как карнизы или рельефный рисунок, встроенные в бетон. В то время как обычный сборный железобетон считается чисто конструктивным элементом зданий и сооружений, архитектурный бетон относится к декоративным архитектурным элементам, интегрированным в сборные железобетонные конструкции, обычно на фасадах зданий.

Для обозначения архитектурного бетона используются синонимы данного понятия, например «полимер бетон», «акрил бетон», «арт бетон», «художественный бетон», «декоративный бетон». Термин «архитектурный бетон» сформировался в профессиональной среде архитекторов для обозначения строительного материала, из которого можно создавать законченные архитектурные объекты из элементов заводского изготовления, не требующие доработки на строительной площадке.

Благодаря широкому выбору цветов, текстур и вариантов технологий обработки поверхности дизайнеры могут использовать данный материал для достижения практически любого желаемого эффекта.

Гибкость дизайна архитектурного бетона возможна в отношении таких характеристик, как *цвет, текстура и форма*.

Цвет – это относительный показатель, а не абсолютный, так как на него влияют свет, тень, время суток и другие факторы, а также цвета, расположенные рядом. Текстура поверхности также влияет на цвет. Выбор цвета и фактуры должен производиться в условиях освещения, аналогичных тем, при которых будет использоваться сборный железобетон, например при ярком свете и тенях естественного дневного света или при внутреннем искусственном освещении. Цветной бетон получают путем внесения в обычный цементный раствор разнообразных красителей и добавок.

Текстура архитектурного бетона зависит от цвета и размера заполнителя, рисунка матрицы (пресс-формы), технологии обработки и глубины воздействия на поверхность. Для получения соответствующего эффекта используются различные методы формирования и обработки поверхности, такие как: обнажение заполнителя, кислотное травление, пескоструйная обработка, литье и др. Большой интерес представляет метод обнажения заполнителя, позволяющий получить практически безграничное разнообразие текстуры бетона. Данный вид отделки долговечен, не трудоемок и экономичен. Для этого в качестве заполнителя используют в основном плотные горные породы, например гранит, мрамор, гальку и т. п., которые могут быть любого размера от мелкозернистых до крупнозернистых, в зависимости от задуманного эффекта. Внешний вид отделки зависит от цвета, размера, количества крупного заполнителя на единицу площади и от цвета растворного фона. На заводах крупнопанельного домостроения крупный заполнитель обнажается тремя основными способами: применением замедлителей твердения, распыленной водой и механической обработкой. Также используют технологии пескоструйной обработки и кислотного травления бетона, по-разному изменяющие его внешний вид. Пескоструйная обработка придаст заполнителям матовый оттенок, а кислотное травление может повысить их яркость, применение замедлителей твердения обычно оставляет их неизменными. Цветные заполнители в сочетании с цветными цементами повышают интенсивность окраски и увеличивают архитектурные возможности отделки фасадов,

а сочетание цвета с фактурой подчеркивает естественную красоту заполнителей.

В США существует «Институт сборного железобетона/предварительно напряженного бетона» (The Precast/Prestressed Concrete Institute – PCI), который был основан в 1954 г., на сегодняшний день его штаб-квартира находится в Чикаго. Он является техническим институтом в области производства сборных железобетонных конструкций, разрабатывает, поддерживает и распространяет нормативную базу (строительные нормы и правила, руководства по проектированию, образовательные программы, сертификаты и многое другое), необходимую для проектирования, изготовления и монтажа сборных железобетонных конструкций. Правильный выбор цвета, формы и текстуры имеет решающее значение для эстетического вида архитектурного сборного железобетона. Для этого институтом было разработано «Руководство по выбору цвета и текстуры PCI» [10] – отличный ресурс для сравнения различных цветов и текстур сборного железобетона, включающий 24 цвета и 500 вариантов текстуры. Выбор подходящих заполнителей и текстур в сочетании с хорошо продуманными деталями производства и монтажа позволяет достичь самых разных целей проектирования. Хорошо видно, как меняется восприятие поверхности бетона с одинаковым заполнителем, одного и того же цвета, но с разной обработкой – применение замедлителей твердения и пескоструйная обработка (рис. 1).

Разнообразные текстуры можно получить не только с помощью различных способов обработки поверхности, но и с помощью литья, создавая пресс-формы с различными рисунками. В этой связи большой интерес представляет продукция французской компании RECKLI [11], ведущей свою историю с 1968 г. Ее продукция – это более 250 разнообразных текстур бетона от естественных до вообразимых, включая природный камень, кирпичную кладку, дерево, штукатурку, восточные и абстрактные узоры, а также ребристые или волнистые текстуры и ломаные поверхности для любого фасада (рис. 2). Многие текстуры добавлены в базу данных программы визуализации BIM, для того чтобы архитекторы могли наглядно представить еще на стадии эскизного проектирования как будет выглядеть их здание с использованием тех или иных вариантов текстур RECKLI.

Форма. Для придания архитектурному бетону любой формы используют армирование стекловолокном, получая современный инновационный композитный бетонный продукт – стеклофибробетон (Glass-Fiber Reinforced Concrete – GFRC). Этот материал относится

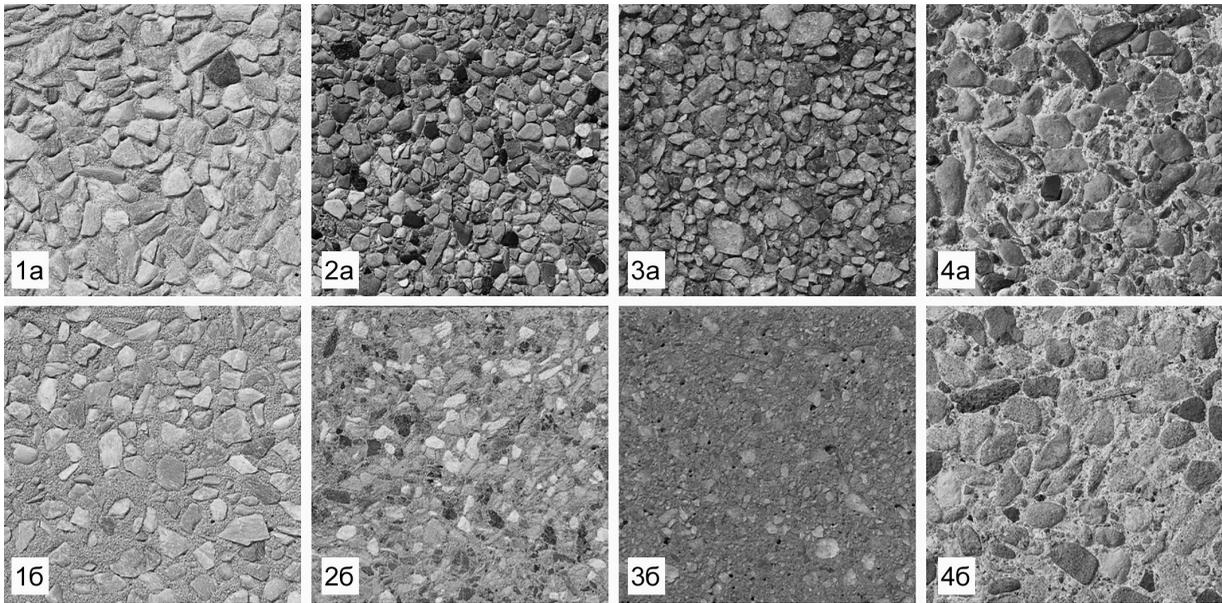


Рис. 1. Сравнение текстур из руководства по выбору цвета и текстуры PCI [10]:
1а, 2а, 3а, 4а – применение замедлителей твердения; 1б, 2б, 3б, 4б – пескоструйная обработка

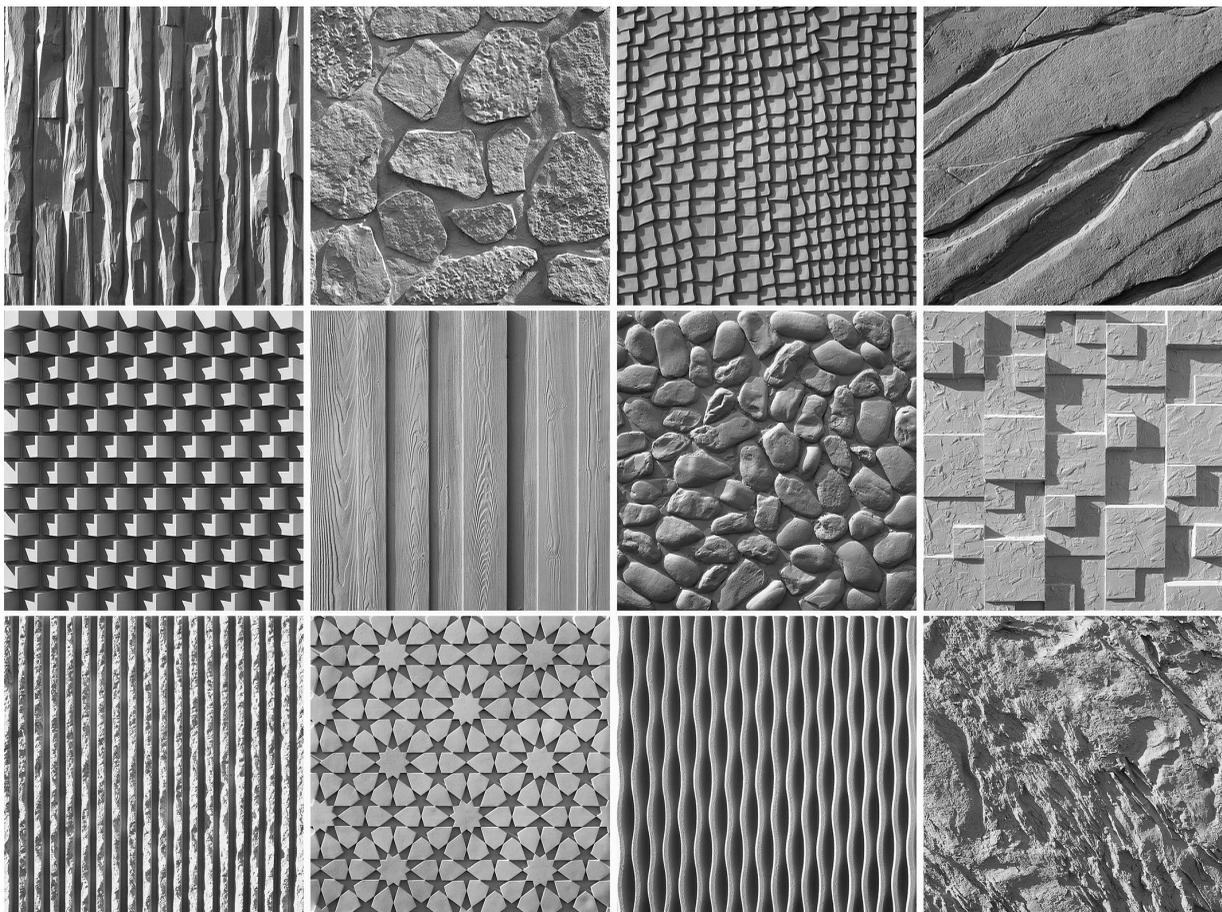


Рис. 2. Варианты текстур компании RECKLI [11]

к легким тонкостенным толщиной 20–25 мм и весом 21–23 кг/м². Стеклофибробетонные панели для фасада обладают высокой прочностью к механическому воздействию, изгибу, износу, растяжению, что гарантирует им долгий срок службы. Устойчивость изделий к резким перепадам температур дает возможность использовать его в регионах со сложными климатическими условиями. Легкий вес GFRC обеспечивает экономию за счет снижения затрат на погрузочно-разгрузочные работы, транспортировку и монтаж. Благодаря легкости формования и текучести, он представляет собой отличный декоративный, высокопрочный материал для облицовки фасада, может быть изготовлен любой необходимой формы, фактуры и цвета, поэтому является неотъемлемой частью архитектурных решений для строительного сектора во всем мире (рис. 3).

Современное крупнопанельное домостроение в России

Различные виды архитектурного бетона, рассмотренные выше, находят широкое применение в индустриальном полносборном и сборно-монолитном строительстве, исторические корни которого уходят в начало XX в. Прежде чем представить анализ продукции современ-

ных домостроительных комбинатов, приведем небольшую историческую справку о становлении сборного строительства в нашей стране. Советский Союз подключился к процессу развития индустриальных методов строительства в 1940–1950 гг. и в скором времени значительно опередил все европейские страны по объемам крупнопанельного строительства и степени механизации производства крупных панелей. Первый в СССР каркасно-панельный четырехэтажный жилой дом был сооружен в 1948 г. в Москве на 5-й улице Соколиной горы (архитекторы Г. Кузнецов и Б. Смирнов). Затем, в 1948–1951 гг., на улицах Зорге и Куусинена появились десятиэтажные каркасно-панельные жилые дома (архитекторы В. Лагутенко, А. Мндоянц и М. Посохин), а в 1954 г. на 6-й улице Октябрьского поля был сооружен семизэтажный бескаркасный панельный дом (архитекторы Л. Врангель, Г. Кузнецов, З. Нестерова, Н. Остерман и Б. Смирнов).

31 июля 1957 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О развитии жилищного строительства в СССР», которое положило начало развитию массового жилищного строительства из сборного железобетона. Основоположником крупнопанельного домостроения является Центральный



Рис. 3. Примеры использования стеклофибробетона в фасадных панелях

научно-исследовательский институт экспериментального и типового проектирования жилища – АО «ЦНИИЭП жилища». Институт был основан как «Научно-исследовательский институт по проблемам жилищного строительства» (НИИ жилища) в 1949 г. В 1960-х гг. институт являлся головным в области массового жилищного строительства. По его проектам велось возведение примерно 50 % всего объема многоквартирных жилых зданий в СССР.

На заре внедрения индустриальных методов в строительство было понимание, что развитие этого направления невозможно без совершенствования материалов, технологий и конструкций. Крупнейшим в СССР специализированным институтом строительной отрасли с богатыми научными традициями и собственными научными школами являлся «Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона» (НИИЖБ им. А. А. Гвоздева), ведущий свою историю с 1927 г. с «Государственного института сооружений» (ГИС). Научно-исследовательским, проектно-конструкторским и технологическим институтом бетона и железобетона (НИИЖБ) он стал в результате выхода в 1954 г. Постановления Правительства «О развитии производства сборных железобетонных конструкций и деталей для строительства» и создания в 1956 г. Академии Строительства и Архитектуры (АСиА) СССР [12].

Переходя от истории к современности, хотелось бы отметить, что на сегодняшний день круг научно-практических интересов НИИЖБ, представленных на официальном сайте и связанных с совершенствованием бетонных конструкций, достаточно широк. Однако архитектурный бетон упомянут лишь однажды в информации о том, что институт предлагает к реализации технологические линии по его производству, при этом *выяснить что-либо о характеристиках этих линий, о номенклатуре и качестве продукции не удалось.*

Отечественная нормативная база также не проливает свет на понятие «архитектурный сборный железобетон», т. е. данный термин там просто отсутствует. Об элементах фасадных систем, применяемых в сборном домостроении, говорится в ГОСТ 31310–2015 «Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия». В данном документе панель наружная стеновая трехслойная рассматривается как строительное изделие, созданное в процессе формирования и состоящее из трех основных слоев – наружного, внутреннего и теплоизоляционного, которые являются основными слоями панели. Помимо основных слоев упоминается наруж-

ный защитно-декоративный слой, который может состоять из раствора или бетона, облицовочной плитки или другого отделочного покрытия, (например краска), а также других материалов и изделий, выполняющих защитные и декоративные функции.

Требования к бетонным слоям панелей в основном касаются толщины бетона, марки бетона по морозостойкости и водонепроницаемости, характеристик теплопроводности и т. п. Все это безусловно важно с точки зрения конструктивной целостности изделия и выполнения главной функции – защиты от внешнего природного воздействия. Однако эстетическая составляющая совершенно не раскрывается. Требования к защитно-декоративным и отделочным слоям ограничиваются только номинальной толщиной (не менее 15 мм в надземных панелях и 30 мм в цокольных панелях и панелях технического подполья). Требования к внешнему виду и качеству внешних поверхностей фасадных панелей, перечисленные в пп. 7.9.1–7.9.7 ГОСТ 31310–2015, также не проливают свет на приемы, способы, материалы и технологии их отделки.

При этом многие специалисты утверждают, что за последние годы технологии индустриального домостроения шагнули далеко вперед, поэтому современные панельные серии жилых зданий не имеют ничего общего с так называемыми «хрущевками», с которыми началось и с которыми чаще всего ассоциируется крупнопанельное домостроение в России. Попробуем разобраться как обстоят дела на практике, какие виды отделочных или облицовочных материалов применяются в защитно-декоративном слое фасадных панелей типовых серий жилых домов, разработанных на основе данного ГОСТа в России на современном этапе развития индустриального домостроения. В этом исследовании были рассмотрены: комбинат железобетонных конструкций № 2 – КЖБК-2 (г. Москва); ООО «ДСК КПД» (г. Уфа); АО «Комбинат крупнопанельного домостроения» – ККПД (г. Ростов-на-Дону); домостроительный комбинат «Древо» (г. Самара); Домостроительный комбинат «ГРАД» (г. Москва); ЗАО «198 Комбинат железобетонных изделий» (г. Москва); Фабрика «МАЖИНО» (г. Москва).

1. На сегодняшний день более 50 % жилых зданий России в крупнопанельном исполнении возведены по проектам ЦНИИЭП жилища. В начале двухтысячных в Московском регионе получила достаточно широкое распространение Серия «Главмосстрой-2001» («ГМС-2001»), разработанные ЦНИИЭП жилища совместно со специалистами Главмосстроя для применения в Москве, Московской области и других

регионах России. Производитель – Комбинат железобетонных конструкций № 2 (КЖБК-2). Наружные стены – это трехслойные навесные панели (бетон-утеплитель-бетон), вид отделки которых ограничивается окраской на стадии производства панелей (цвета: белый, бежевый, коричневый, бирюзовый, желтый, оранжевый, розовый). Также отмечается, что фасады серии ГМС-2001 отличаются «богатым набором архитектурного декора», однако информация о номенклатуре этого декора на сайте производителя или проектировщика не представлена. Остается опираться на лишь личное визуальное впечатление от просмотра построенных объектов, которое позволяет сделать вывод о том, что утверждение о «богатстве архитектурного декора» данной серии сильно преувеличено (рис. 4, а).

2. *КПД-Девелопмент в г. Уфе* является крупным строительным холдингом с практически замкнутым циклом строительства [13]. Производством элементов для панельных серий жилых домов занимается ООО «ДСК КПД» – это домостроительный комбинат, история кото-

рого насчитывает уже более 50 лет, т. е. традиции предприятия уходят корнями в Советский Союз, «прошли закалку советской экономикой, эпохой перемен, и с большой уверенностью вышли в сегодняшний день», так сказано на официальном сайте предприятия [14]. Технологические и конструктивные особенности фасадной конструкции можно рассмотреть на примере жилого комплекса «Новая Дема», который строится в самом экологически чистом и активно развивающемся районе Уфы и позиционируется как доступное и комфортное жилье [15]. Дома возводятся по технологии панельного домостроения с утеплителем из экологически чистой минеральной ваты. Однако фасадные панели не являются абсолютно готовым элементом, выполненным в заводских условиях. Это полуфабрикат без декоративного слоя, который на строительной площадке в процессе монтажа облицовывается мелкоштучным отделочным материалом – бессер-блоком. Такую технологию нельзя назвать современной и инновационной, качество отделки фасада безусловно страдает и далеко от идеала (рис. 4, б).



Рис. 4. Современное крупнопанельное домостроение в России: а – Серия «Главмосстрой-2001» («ГМС-2001»), г. Москва; б – КПД «Девелопмент», Жилой комплекс «Новая Дема», г. Уфа; в – жилые комплексы «Акварель» и «Южные ворота», г. Ростов-на-Дону; г – жилой район «Южный город», домостроительный комбинат «Древо», г. Самара

3. АО «Комбинат крупнопанельного домостроения» (ККПД (г. Ростов-на-Дону) является крупнейшим производителем и застройщиком объектов крупнопанельного домостроения как в Ростове-на-Дону, так и по всему южному федеральному округу [16]. ККПД позиционирует себя как современное высокотехнологичное предприятие, оснащенное современными гибкими технологиями и автоматизированным компьютеризированным оборудованием, которое позволяет возводить здания сборно-монолитной системы до 25 этажей. Разработчики серии домов «Р-н-Д» характеризуют фасадные решения как «оригинальные с улучшенными архитектурными характеристиками». Для создания фасадного разнообразия использованы: геометрия проемов в панелях, формы балконов, различные виды остеклений, архитектурный бетон, фактуры, рельефы. Однако анализ построенных объектов говорит не о разнообразии, а скорее об архитектурном однообразии. В качестве примера можно посмотреть на жилые комплексы «Акварель», «Западные ворота», «Южные ворота» (рис. 4, в) и т. п. Так как внимание сконцентрировано не на внешней отделке фасадных панелей, а на раскрашивании фасадов в кричащие цвета, архитектурный бетон используется только в мелких декоративных деталях.

4. В Самаре, как и во многих других российских городах, ведется комплексная застройка значительных по площади территорий, находящихся на городской периферии. Примером может служить микрорайон «Южный город», для комплектации застройки которого был создан *домостроительный комбинат «Древо»* [17]. Это высокоавтоматизированное производство строительных материалов с широким охватом номенклатуры железобетонных изделий, включая несущие наружные трехслойные панели для крупнопанельного и каркасно-панельного домостроения. К сожалению, фасадные панели выпускаются без декоративной отделки, которая производится после монтажа фасадной системы на стройплощадке и заключается в основном в окрашивании (рис. 4, г).

5. *Домостроительный комбинат «ГРАД» (г. Москва)* отличается от рассмотренных выше предприятий использованием на производстве текстурных матриц и цветных бетонов [18], сочетание которых обеспечивает разнообразие фасадных решений любой фактуры и цветовой гаммы. Фактурный цветной бетон используется в комбинации с клинкерной плиткой. Для снижения энергозатрат внедрен процесс низкотемпературного твердения бетона, а применение гибких связей из стеклопластика в производстве наружных трехслойных стен обеспечивает

более надежное и долговечное соединение внутреннего и наружного слоев бетона по сравнению с традиционным способом. Архитектурное бюро комбината разработало собственную серию многоэтажных крупнопанельных жилых домов «ГРАД-1 М», «ГРАД-2 М». Дома проекта «Град-2М» возводятся сейчас в микрорайоне Мортонград «Бутово» 3-я очередь (микрорайон «Бутово Парк 2Б») (рис. 5, а).

6. Более продвинутой можно назвать *строительную систему «ДОММОС»* [19], разработанную в Строительном Холдинге ГВСУ «Центр», который является одним из крупнейших застройщиков и генеральных подрядчиков Московского региона, предлагая полный цикл строительства. Строительная система «ДОММОС» позволяет строить жилые дома высотой до 25 этажей в срок до 12 месяцев. Узлы и элементы данной системы производят на заводе ЗАО «198 Комбинат железобетонных изделий». Фасадная система представлена трехслойными наружными стеновыми панелями с отделкой не только под краску, но и полной заводской готовности с облицовкой керамической плиткой (256 цветов из палитры RAL). На панелях используются вставки из фактурного бетона (рис. 5, б).

7. *Фабрика «МАЖИНО» (г. Москва)* [20] – это еще одно российское предприятие по производству сборного железобетона, входит в промышленный комплекс Концерна «КРОСТ». Предприятие, основанное в 2001 г., на сегодняшний день производит полный спектр железобетонных изделий, включая как типовой архитектурный бетон, так и изделия, изготовленные по индивидуальным заказам. Фабрика «Мажино», первая на отечественном рынке, стала выпускать архитектурный бетон, который используется не только на фасадах, но и в интерьерах общедомовых пространств, а также малых архитектурных форм (рис. 5, в).

Следует особо подчеркнуть, что в данном случае действительно можно говорить о работе с поверхностью бетонных изделий, об использовании различных вариантов фактур – полированных, шлифованных, цветных, текстурированных и др. Панели могут быть также созданы по технологии «графический бетон», с помощью которой на фасадах может появиться почти любой рисунок, символы или текст, фотографии и другие изображения. Технология характеризуется вариативностью архитектурной поверхности изделий, комбинированием различных материалов, использованием 3D-бетона, возможностью делать ажурные конструкции. Фасадные трехслойные панели могут иметь разные варианты архитектурных поверхностей, изготовленные в заводских условиях: обработанные

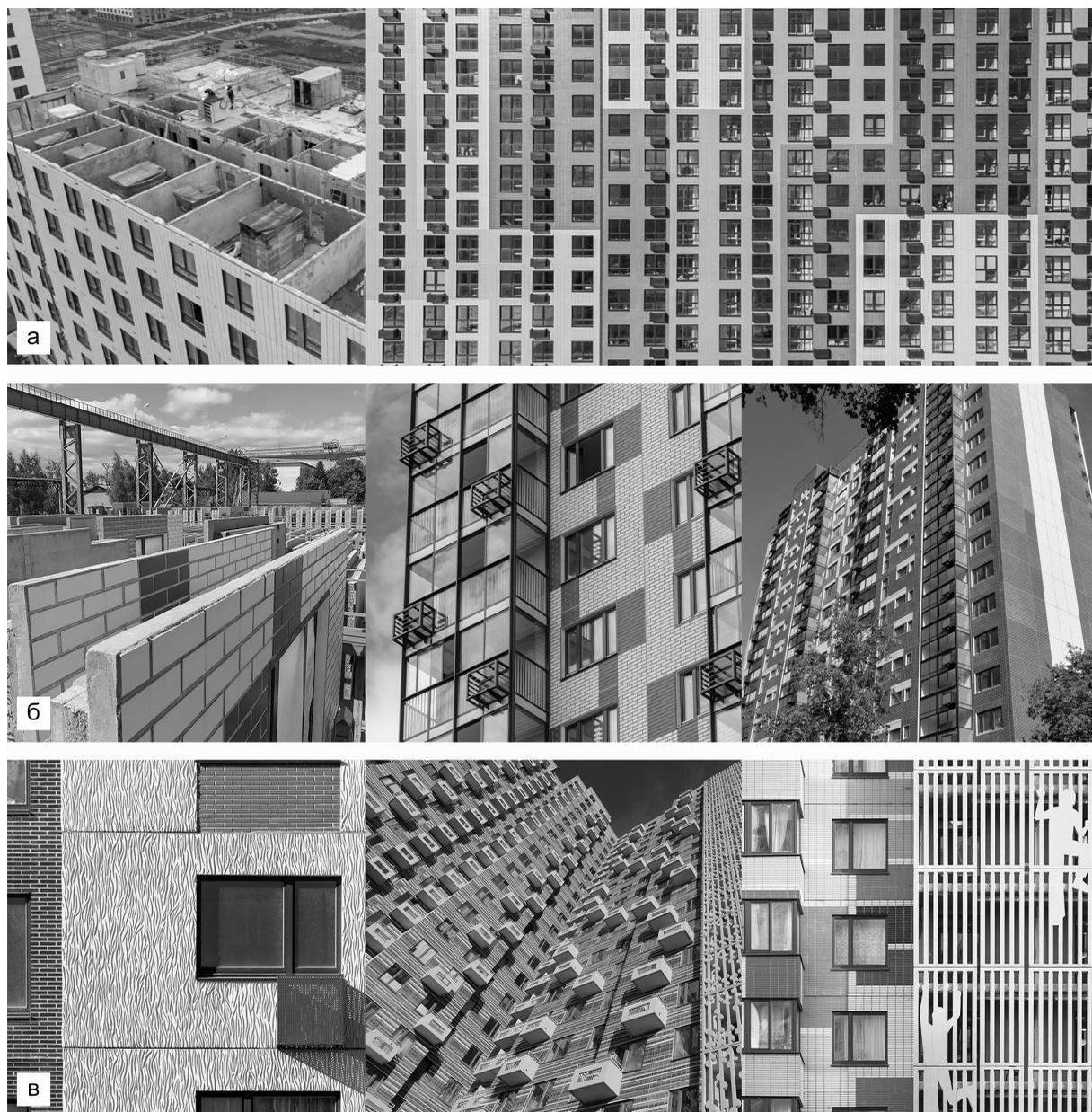


Рис. 5. Современное крупнопанельное домостроение в России:
 а – микрорайон «Бутово Парк 2Б», г. Москва; б – строительная система «ДОММОС», г. Москва; в – жилой комплекс Wellton Park, фабрика «МАЖИНО», г. Москва

по «свежому» бетону; обработанные по затвердевшему бетону; «под покраску»; облицованные плиткой; со сложным рельефом.

Зарубежный опыт применения архитектурного сборного железобетона

За рубежом, несмотря на меньшие объемы крупнопанельного строительства, а также меньшую мощность действующих там заводов, большинство из них выпускают более разнообразные по архитектуре фасадные па-

нели для крупнопанельного домостроения. Это следствие высокого качества материалов, изделий и оборудования, а также применяемых технологий в строительстве крупнопанельных зданий, высокой квалификации рабочих, жестких требований к качеству, диктуемых условиями конкуренции. В качестве примеров был рассмотрен ряд передовых предприятий: «Clark Pacific» (США, Калифорния); «Premier Stoneworks» (США, Флорида); «SlenderWall» (США); «Bison Precast» (Великобритания).

1. Архитектурные сборные железобетонные панели фирмы «Clark Pacific» [21] сочетают в себе преимущества высокой прочности, низких эксплуатационных расходов, превосходной огнестойкости и энергоэффективности. Эта мощная комбинация делает архитектурный сборный железобетон идеальным решением для высотных, многоэтажных, а также малоэтажных офисных и жилых зданий, где упор делается не только на престиж, роскошь и эстетическую привлекательность, но и на экономичность и долговечность. Самым очевидным преимуществом архитектурного сборного железобетона этой фирмы является практически безграничный дизайнерский потенциал. Изготовленная на заказ опалубка используется для создания бетонных панелей с точными размерами по эскизам дизайнеров. Различные цветовые эффекты могут быть достигнуты с помощью различных типов песка, заполнителей и пигментов. Текстура создается с помощью пескоструйной обработки. Кроме этого, возможно использовать облицовку поверхности железобетонных панелей камнем, плиткой или кирпичом в заводских условиях, что позволяет дизайнерам достичь впечатляющих эстетических визуальных эффектов с минимальными дополнительными затратами.

В качестве примера использования архитектурного сборного железобетона фирмы «Clark Pacific» можно рассмотреть три объекта:

- «17th & Broadway» (г. Окленд, Калифорния, США) – 34-этажная жилая башня, фасад которой представляет собой комбинацию из 263 панелей двух типов с интересной пластикой, выполненных в двух оттенках (рис. 6, а).

- «The Rockwell, SF-Bay Area» – многофункциональное здание переменной этажности (24 и 15 этажей), расположено в Сан-Франциско. Архитектурная фасадная система для

этого проекта состоит из четырех различных архитектурных форм сборных панелей, выполненных в уникальной цветовой гамме. В общей сложности для двух башен понадобилось 560 панелей (рис. 6, б).

- «Grand LA» – это последний шедевр всемирно известного архитектора Фрэнка Гери, состоит из двух зданий (жилая башня – 39 этажей, отель – 20 этажей) на многоэтажном стилобате, в которых размещены магазины, спортивные функции, кинотеатр и многое другое. «Бесконечный» (Infinite Facade) фасад «Clark Pacific», полносборная система ограждающих конструкций здания была изготовлена в заводских условиях в комплекте с оконными конструкциями. Стратегия строительства из сборных элементов была неотъемлемой частью возведения данного объекта в сверхплотной среде центральной части Лос-Анджелеса, включая ограниченное пространство и другие строительные работы, идущие в том же месте [22] (рис. 6, в).

2. «Premier Stoneworks» – это еще одна фирма, среди продукции которой немаловажное значение занимает архитектурный сборный бетон [23]. «Premier Stoneworks» является единственным производителем архитектурных сборных железобетонных панелей в Юго-Восточной Флориде. Это завод по производству архитектурного бетона методом литья, обладающий опытом в области применения белого цемента и способный производить поверхности с текстурой и цветом, ограниченными только воображением команды дизайнеров. Отдельное направление – это производство панелей и архитектурных деталей разной сложности из стеклофибробетона (GFRC) – бетон, армированный стекловолокном (рис. 7). «Premier Stoneworks» выполняет полный цикл работ, включая проектирование, изготовление пресс-формы, производство, хранение, транс-



Рис. 6. Зарубежный опыт применения архитектурного сборного железобетона:
 а – «17th & Broadway» (г. Окленд, США); б – «The Rockwell, SF-Bay Area» (г. Сан-Франциско);
 в – «Grand LA» (г. Лос-Анджелес)



Рис. 7. Архитектурный сборный железобетон от фирмы «Premier Stoneworks»

портировку и установку архитектурных сборных панелей для облицовки зданий любого назначения. Производственная компания не гонится за крупномасштабными проектами, а готова сосредоточиться на проектах меньшего объема, требующих уникальные и технически сложные архитектурные сборные панели, которых более традиционные архитектурные компании по производству сборного железобетона предпочли бы избегать, например здания в исторических стилях [23].

3. Сборные железобетонные изделия известны своей прочностью, долговечностью, экономией средств и т. д. Архитектурная сборная модульная комбинированная система «SlenderWall» [24] обладает всеми этими преимуществами, а также улучшает эстетику любого здания. Предлагается широкий выбор стандартных и индивидуальных вариантов отделки и деталей облицовки из сборного железобетона, которые могут быть выполнены на внешней поверхности толщиной 2 дюйма. Архитектурный сборный железобетон способен создавать

художественное изображение с удивительно четкими деталями, может имитировать любые другие материалы, такие как камень или дерево, и практически не требует обслуживания в течение многих десятилетий. Современное производство «SlenderWall» может изготовить панели используя 24 цвета и 500 вариантов текстуры. Варианты комбинирования отделки практически безграничны.

«SlenderWall» запатентовала эксклюзивную в отрасли систему облицовки из сборного железобетона с системой соединений «ThermaGuard», обеспечивающей крепление бетонной облицовки к каркасу из оцинкованной стали с помощью крепежных элементов из нержавеющей стали. Эти крепления не только удерживают бетонную облицовку на стальной раме, но также позволяют бетону независимо реагировать на температурные перепады, создавая воздушное пространство между сборным железобетоном и рамой. Панели «SlenderWall» производятся с использованием двух разных методов армирования бетона (рис. 8). Во-первых, в бетонной смеси используются высокотехнологичные минеральные волокна, чтобы предотвратить усадку с появлением микротрещин во время отверждения, чрезмерного напряжения при эксплуатации и при колебании температур в циклах замораживания-оттаивания. Во-вторых, сварной арматурный каркас, размещенный в середине 2-дюймовых сборных панелей, предотвращает более крупные структурные трещины, вызванные внутренними нагрузками здания или внешними воздействиями окружающей среды, например ураганами. Внутри панели заполняются изоляцией из пеноматериала с закрытыми порами, что позволяет их использовать в самых разных климатических зонах (включая арктическую).

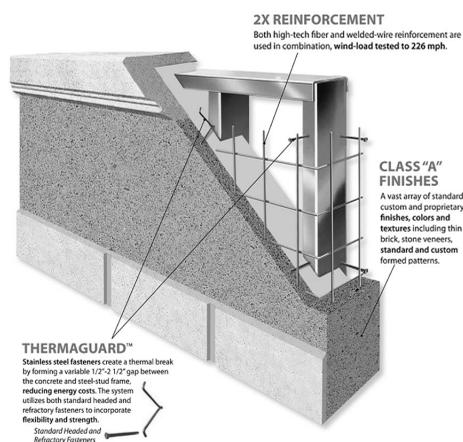


Рис. 8. Архитектурная сборная модульная комбинированная система «SlenderWall»

4. Архитектурные фасады из сборного железобетона компании «Bison Precast» [25] оживляют здания благодаря инновационным дизайнерским решениям в сочетании с высокотехнологичными производственными возможностями. Сборные железобетонные панели могут быть изготовлены в виде многослойной стены или однослойной конструкции с различными декоративными отделками и цветами. Их можно использовать как часть сборного железобетонного каркаса или как декоративную облицовочную панель на стальном или монолитном бетонном каркасе. Сэндвич-панели состоят из двух слоев бетона, разделенных слоем теплоизоляции. Внутренний слой – это несущая конструкция, наружный слой действует как атмосферный барьер и обеспечивает архитектурную отделку оболочки здания. Между внутренним и внешним слоями панели находится изоляционный слой, обеспечивающий требуемые теплоизоляционные характеристики (рис. 9).

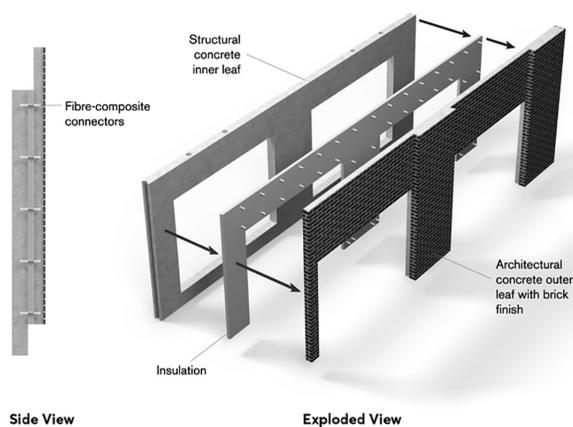


Рис. 9. Архитектурные фасады из сборного железобетона компании «Bison Precast» [25]

Выводы. Сборный железобетон стал предпочтительным материалом для архитектурной облицовки там, где решающими факторами являются превосходная эстетика, долговечность и экономичность строительства. Решения для облицовки из сборного железобетона сочетают в себе преимущества высокой прочности, низких эксплуатационных расходов, отличной огнестойкости и энергоэффективности. Эта мощная комбинация делает архитектурный сборный железобетон идеальным решением для высотных башен, где упор делается на престиж, роскошь, безопасность и эстетическую привлекательность, или для малоэтажных конструкций, где экономичность и долговечность имеют первостепенное значение. Архитектурный сборный железобетон доступен практически любого цвета, формы и текстуры. Пресс-формы используются для создания па-

нелей точных размеров и форм, добавляя на поверхность панели различные фактуры, узоры и другие архитектурные детали. Определенные цветовые эффекты могут быть достигнуты с помощью различных песков, заполнителей и пигментов, а текстуры можно настроить с помощью различных уровней пескоструйной обработки и кислотного травления. Сборный бетон также можно облицовывать другими традиционными строительными материалами, такими как кирпич, гранит, известняк, терракота, плитка и т. д. Сборные железобетонные изделия экономичны в производстве, монтаже и обслуживании.

Однако сравнительный анализ существующего уровня продукции отечественных и зарубежных ДСК оказался не в пользу российских производств, выявив их существенное отставание от иностранных компаний. В первую оче-

редь это касается качества и разнообразия наружной отделки фасадных панелей.

Анализ номенклатуры изделий отечественных предприятий по производству сборного железобетона позволил определить ряд проблемных аспектов:

- региональные домостроительные комбинаты значительно уступают по ассортименту и качеству продукции столичным производствам, используются самые дешевые и устаревшие технологии изготовления фасадных панелей, чаще всего без заводской декоративной наружной отделки;
- на более инновационных предприятиях (как правило московских) к внешнему виду фасадных панелей начинает проявляться интерес, происходит понимание их важной роли в формировании современного облика городов, однако наиболее распространенным вариантом декоративной отделки является цветная керамическая плитка;
- архитектурный бетон как правило используется в качестве декоративных вставок или архитектурных деталей, эксперименты с фактурным разнообразием его поверхности ведутся очень «робко», выбор текстур при этом невелик;
- все оборудование на предприятиях импортное.

Краткий обзор ассортимента продукции зарубежных производств сборных железобетонных фасадных панелей показал, что эстетические характеристики продукции находятся на высоком уровне, отличаются огромным разнообразием и активно используют архитектурный железобетон. Технологии производства архитектурного сборного железобетона постоянно совершенствуются, так как предприятия находятся в тесном контакте с научно-исследовательским сектором. Наглядным примером является «Институт сборного железобетона/предварительно напряженного бетона» (США), разработки которого являются руководством для многих передовых домостроительных комбинатов США.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лагутенко В.П. Каркасно-панельные здания. М.: Московский рабочий, 1952. 78 с.
2. Острцов В. М., Магай А. А., Вознюк А. Б., Горелкин А. Н. Гибкая система панельного домостроения // Жилищное строительство. 2011. № 3. С. 8–11.
3. Вознюк А.Б., Киреева Э.И. Фасады крупнопанельных зданий из мелкоштучных элементов // Жилищное строительство. 2011. № 3. С. 63–65.
4. Тихомиров Б.И., Коршунов А.Н. Инновационная универсальная система крупнопанельного домостроения в узком шаг // Жилищное строительство. 2015. № 5. С. 32–40.
5. Николаев С.В. Возрождение домостроительных комбинатов на отечественном оборудовании // Жилищное строительство. 2015. № 5. С. 4–8.
6. Николаев С.В. Архитектурно-градостроительная система панельно-каркасного домостроения // Жилищное строительство. 2016. № 3. С. 15–25.
7. Generalova E.M., Generalov V.P., Kuznetsova A.A. Modular buildings in modern construction / Procedia Engineering. 2016. Т. 153. С. 167–172.
8. Генералова Е.М. Высотные жилые комплексы как форма массового доступного жилья: монография. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2019. 272 с., ил.
9. Генералова Е.М. Роль фасадных систем в борьбе за энергоэффективность // АВОК. 2017. № 8. С. 48–53.
10. Руководство по выбору цвета и текстуры PCI [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pci.org/ColorTextureGuide> (дата обращения: 10.12.2021).
11. Reckli – компания по производству архитектурного бетона [Электронный ресурс]. URL: <https://www.reckli.com/en/products/concrete-formliners/select/stone-masonry> (дата обращения: 10.12.2021).
12. Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона – НИИЖБ им. А.А. Гвоздева [Электронный ресурс]. URL: <http://www.niizhb-fgup.ru/directions/concrete/> (дата обращения: 10.12.2021).
13. ООО ТРЕСТ «КПД» г. Уфа [Электронный ресурс]. URL: <https://kpdnedv.ru/index.html> (дата обращения: 10.12.2021).
14. Домостроительный комбинат ООО «ДСК КПД» [Электронный ресурс]. URL: <https://dskkpd.ru/com/> (дата обращения: 10.12.2021).
15. Жилой комплекс «Новая Дема» [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--80aaejf6bc9m.xn--p1ai/podobrat-kvartiru/> (дата обращения: 10.12.2021).
16. Домостроительный комбинат ККПД в Ростове-на-Дону [Электронный ресурс]. URL: <http://kkpd.ru/> (дата обращения: 10.12.2021).
17. Домостроительный комбинат «Древо» в Самаре [Электронный ресурс]. URL: <https://dkdrevo.ru/production/> (дата обращения: 10.12.2021).
18. Домостроительный комбинат «ГРАД» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dskgrad.ru/about/techs> (дата обращения: 10.12.2021).
19. Инновационная строительная система «ДОММОС» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gvsu.ru/b2b/> (дата обращения: 10.12.2021).
20. Фабрика «Мажино» – инновационный завод сборного железобетона [Электронный ресурс]. URL: <https://fabrika-magino.ru/about/> (дата обращения: 10.12.2021).
21. Clark Pacific – передовое производство сборных строительных систем [Электронный ресурс]. URL: <https://www.clarkpacific.com/products/facades/architectural-precas/> (дата обращения: 10.12.2021).
22. Frank Gehry's Grand Avenue Towers Finally Set to Begin Construction [Электронный ресурс]. URL:

https://www.archdaily.com/905596/frank-gehrys-grand-avenue-towers-finally-set-to-begin-construction/5be5b05e08a5e549e3000669-frank-gehrys-grand-avenue-towers-finally-set-to-begin-construction-image?next_project=no (дата обращения: 10.12.2021).

23. Premier Stoneworks – завод по производству сборного железобетона [Электронный ресурс]. URL: <https://premier-stoneworks.com/products/architectural-precast-concrete/> (дата обращения: 10.12.2021).

24. SlenderWall – архитектурная сборного модульная комбинированная система [Электронный ресурс]. URL: <https://slenderwall.com/benefits/architectural-precast-finishes> (дата обращения: 10.12.2021).

25. Bison Precast – архитектурные фасады из сборного железобетона [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bison.co.uk/products/precast-concrete-facades/> (дата обращения: 10.12.2021).

REFERENCES

1. Lagutenko V.P. *Karkasno-panel'nyye zdaniya* [Frame-panel buildings]. Moscow, Moskovskiy rabochiy, 1952. 78 p.

2. Ostretsov V.M., Magay A.A., Voznyuk A. B., Gorelkin A. N. Flexible system of panel housing construction. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing Construction], 2011, no. 3, pp. 8–11. (in Russian)

3. Voznyuk A.B., Kireeva E.I. Facades of large-panel buildings from small-piece elements. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing Construction], 2011, no. 3, pp. 63–65. (in Russian)

4. Tikhomirov B.I., Korshunov A.N. An innovative universal system of large-panel housing construction in a narrow step. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing Construction], 2015, no. 5, pp. 32–40. (in Russian)

5. Nikolaev S.V. Revival of house-building factories using domestic equipment. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing Construction], 2015, no. 5, pp. 4–8. (in Russian)

6. Nikolaev S.V. Architectural and urban planning system of panel-frame housing construction. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing Construction], 2016, no. 3, pp. 15–25. (in Russian)

7. Generalova E.M., Generalov V.P., Kuznetsova A.A. Modular buildings in modern construction. *Procedia Engineering*, 2016, vol. 153, pp. 167–172.

8. Generalova E.M. *Vysotnyye zhilye kompleksy kak forma massovogo do-stupnogo zhil'ya* [High-rise residential complexes as a form of mass affordable housing]. Samara, Samarskiy Gosudarstvennyy Tekhnicheskii Univ., 2019. 272 p.

9. Generalova E.M. The role of façade systems in the fight for energy efficiency. *AVOK* [ABOK], 2017, no. 8, pp. 48–53. (in Russian)

10. *Rukovodstvo po vyboru tsveta i tekstury PCI* [PCI Color and Texture Selection Guide]. Available at: <https://www.pci.org/ColorTextureGuide> (accessed 10 December 2021)

11. Reckli – kompaniya po proizvodstvu arkhitekturnoye betona [Reckli - architectural concrete company].

Available at: <https://www.reckli.com/en/products/concrete-formliners/select/stone-masonry> (accessed 10 December 2021)

12. *Nauchno-issledovatel'skiy, proyektno-konstruktorskiy i tekhnologicheskii institut betona i zhelezobetona – NIIZHB im. A.A. Gvozdeva* [Research, Design and Technological Institute of Concrete and Reinforced Concrete – NIIZhB them. A.A. Gvozdev]. Available at: <http://www.niizhb-fgup.ru/directions/concrete/> (accessed 10 December 2021)

13. ООО TREST «KPD» g. Ufa [LLC TREST «KPD», Ufa]. Available at: <https://kpdnedv.ru/index.html> (accessed 10 December 2021)

14. *Domostroitel'nyy kombinat ООО «DSK KPD»* [House-building plant «DSK KPD» LLC]. Available at: <https://dskkpd.ru/com/> (accessed 10 December 2021)

15. *Zhiloy kompleks «Novaya Dema»* [Residential complex «New Dema»]. Available at: <https://xn--80aaejf6bci9m.xn--p1ai/podobrat-kvartiru/> (accessed 10 December 2021)

16. *Domostroitel'nyy kombinat KKPД в Ростове-на-Дону* [House-building plant KKPД in Rostov-on-Don]. Available at: <http://kkpd.ru/> (accessed 10 December 2021)

17. *Domostroitel'nyy kombinat «Drevo» в Самаре* [House-building plant «Drevo» in Samara]. Available at: <https://dkdrevo.ru/production/> (accessed 10 December 2021)

18. *Domostroitel'nyy kombinat «GRAD»* [House-building plant «GRAD»]. Available at: <http://www.dskgrad.ru/about/techs> (accessed 10 December 2021)

19. *Innovatsionnaya stroitel'naya sistema «DOMMOS»* [Innovative building system «DOMMOS»]. Available at: <http://www.gvsu.ru/b2b/> (accessed 10 December 2021)

20. *Fabrika «Mazhino» – innovatsionnyy zavod sbornogo zhelezobetona* [Factory «Magino» – an innovative precast concrete plant]. Available at: <https://fabrika-magino.ru/about/> (accessed 10 December 2021)

21. *Clark Pacific – peredovoye proizvodstvo sbornykh stroitel'nykh sistem* [Clark Pacific – the leading manufacturer of prefabricated building systems]. Available at: <https://www.clarkpacific.com/products/facades/architectural-precast/> (accessed 10 December 2021)

22. Frank Gehry's Grand Avenue Towers Finally Set to Begin Construction. Available at: https://www.archdaily.com/905596/frank-gehrys-grand-avenue-towers-finally-set-to-begin-construction/5be5b05e08a5e549e3000669-frank-gehrys-grand-avenue-towers-finally-set-to-begin-construction-image?next_project=no (accessed 10 December 2021)

23. Premier Stoneworks – завод по производству сборного железобетона [Premier Stoneworks – precast concrete plant]. Available at: <https://premier-stoneworks.com/products/architectural-precast-concrete/> (accessed 10 December 2021)

24. *SlenderWall – arkhitekturnaya sbornogo modul'naya kombinirovannaya Sistema* [SlenderWall - Architectural Prefab Modular Combination System]. Available

at: <https://slenderwall.com/benefits/architectural-precast-finishes> (accessed 10 December 2021)

25. *Bison Precast – arkhitekturnyye fasady iz sbornogo zhelezobetona* [Bison Precast – precast architectural façades]. Available at: <https://www.bison.co.uk/products/precast-concrete-facades/> (accessed 10 December 2021)

Об авторах:

ГЕНЕРАЛОВА Елена Михайловна

кандидат архитектуры, профессор кафедры архитектуры жилых и общественных зданий Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: generalova-a@yandex.ru

GENERALOVA Elena M.

PhD in Architecture, Professor of the Architecture and Residential and Public Buildings Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: generalova-a@yandex.ru

ГЕНЕРАЛОВ Виктор Павлович

кандидат архитектуры, профессор, заведующий кафедрой архитектуры жилых и общественных зданий Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: vp_generalov@mail.ru

GENERALOV Viktor P.

PhD in Architecture, Professor, Head of the Architecture and Residential and Public Buildings Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: vp_generalov@mail.ru

Для цитирования: Генералова Е.М., Генералов В.П. Современные особенности формирования архитектурного облика зданий из сборного железобетона // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 2. С. 83–97. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.12.

For citation: Generalova E.M., Generalov V.P. Modern Features of the Formation of the Architectural Appearance of Buildings from Precast Concrete. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 83–97. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.12.