

ОБЗОРЫ

УДК 691

ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ ФАСАДОВ И ЦОКОЛЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**Павлычева Е.А., Пикалов Е.С.***ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: evgeniy-pikalov@mail.ru*

Наружная облицовка нужна не только для улучшения эстетичного вида фасада и цоколя, но и для улучшения эксплуатационных характеристик здания. Для материалов наружной облицовки важны такие характеристики, как устойчивость к негативным внешним воздействиям, высокая прочность и морозостойкость, низкое водопоглощение, легкость, долговечность, негорючесть материала, экологичность, выполнение защитной функции от возможных механических, температурных, световых, ветровых, биологических и других воздействий, доступная цена на материалы, легкость монтажа и небольшие затраты на обслуживание. В данной статье рассмотрены наиболее распространенные облицовочные материалы для отделки фасадов и цоколей зданий и сооружений с указанием преимуществ и недостатков по указанным выше эксплуатационным параметрам. Приведена общая характеристика наиболее широко применяемых видов облицовочных каменных материалов, лицевых кирпичей, разновидностей фасадной штукатурки, видов сайдинга, облицовочных панелей, листовых и рулонных облицовочных материалов. Рассмотрены основные тенденции и перспективы развития материалов для наружной облицовки, позволяющие получить солнечные, самоочищающиеся и зеленые фасады, медиафасады и возможности применения фазопереходных веществ в фасадных изделиях. Приведенная информация позволяет оценить разнообразие материалов для наружной облицовки и возможности их применения в зависимости от дизайна, условий эксплуатации и финансовых возможностей.

Ключевые слова: облицовочные материалы, облицовочный камень, клинкерная керамика, фасадная штукатурка, сайдинг, фиброцемент, облицовочный кирпич, фасадные панели

CHARACTERISTICS OF MODERN MATERIALS FOR CLADDING FACADES AND SOCLE OF BUILDINGS AND STRUCTURES**Pavlycheva E.A., Pikalov E.S.***Federal Educational Institution of Higher Education Vladimir State University of a name of Alexander Grigorevich and Nikolay Grigorevich Stoletovs, Vladimir, e-mail: evgeniy-pikalov@mail.ru*

External cladding is needed not only to improve the aesthetic appearance of the facade and socle, but also to improve the performance of the building. For external cladding materials, the following characteristics are important: resistance to negative external influences, high strength and sea resistance, low water absorption, lightness, durability, incombustibility of the material, environmental friendliness, performance of a protective function against possible mechanical, temperature, light, wind, biological and other influences, affordable price for materials, ease of installation and low maintenance costs. This article discusses the most common facing materials for cladding facades and socles of buildings and structures, indicating the advantages and disadvantages of the above-mentioned operational parameters. The General characteristics of the most widely used types of facing stone materials, face bricks, varieties of facade plaster, types of siding, facing panels, sheet and roll facing materials are given. The main trends and prospects for the development of materials for exterior cladding that allow to obtain solar, self-cleaning and green facades, media facades and the possibility of using phase change materials in facade products are considered. This information allows you to evaluate the variety of materials for exterior cladding and their application depending on the design, operating conditions and financial opportunities.

Keywords: cladding materials, facing stone, clinker ceramics, facade plaster, siding, fiber-reinforced cement, facing brick, facade panels

Облицовочные материалы применяются на завершающих этапах строительства зданий и сооружений для придания им эксплуатационных качеств и эстетического внешнего вида. На сегодняшний день существует большое количество видов облицовочных материалов, что, с одной стороны, расширяет возможности при проведении строительных работ, а с другой – затрудняет принятие окончательного решения по выбору того или иного материала на стадии проектирования. Для правильного выбора материала нужно учитывать его декоративный вид

и эксплуатационные характеристики, чтобы соотнести эти параметры с дизайном и назначением облицовываемой поверхности.

Различают облицовочные материалы для внутренней и внешней отделки. Внутри здания облицовывают стены, полы, потолок, камины и т.д. При этом облицовочные материалы для внутренней отделки играют в первую очередь декоративную роль, а также защищают облицовываемые поверхности от влаги и обеспечивают комфортные условия для пребывания внутри помещения. Снаружи зданий облицовывают фасад

и цоколь. Наружная облицовка нужна для защиты несущих стен от механических воздействий и факторов окружающей среды: атмосферных осадков, ветра, ультрафиолетового излучения и т.д. Поэтому материалы для наружной облицовки, особенно цокольные, по сравнению с материалами для внутренней облицовки должны обладать большей прочностью и меньшим водопоглощением, высокой морозостойкостью, а также обеспечивать защиту от возможных температурных, световых, ветровых, биологических (защита от микроорганизмов, насекомых, грызунов и т.д.) и других воздействий, чтобы предотвратить разрушение облицовываемых поверхностей. Такие характеристики, как негорючесть материала, экологическая безопасность, легкость монтажа и ремонта, доступная стоимость и небольшие затраты на обслуживание, являются общими требованиями к материалам для наружной и внутренней облицовки.

Цель данной работы заключается в рассмотрении характеристик современных материалов для наружной облицовки фасадов и цоколей зданий, особенностей их применения и эксплуатации, основных преимуществ и недостатков.

Облицовочные каменные материалы

Облицовочный камень – это широко применяемый материал, который может быть как природного (натуральный камень: гранит, габбро, базальт, туф, известняк, мрамор и т.д.), так и искусственного происхождения. Искусственный камень производится на основе бетона, глины, песка, гипса, каменной крошки и других природных минералов, для которых в качестве связующего используют в основном светопрозрачные ненасыщенные полиэфирные (в первую очередь акриловые) и эпоксидные смолы. Самым распространенным искусственным камнем является керамогранит, который производится на основе глины высокого качества с добавлением смесей перетертых горных пород и натуральных красителей [1]. К искусственным каменным материалам, применяемым для наружной облицовки, можно отнести бетонные и керамзитобетонные блоки, выполняемые с рельефной поверхностью, имитирующей необработанный камень, или декоративным слоем, имитирующим различные виды облицовки.

Искусственный и натуральный виды камня обладают большой долговечностью, высокими значениями стойкости к действию агрессивных сред и прочности, являются экологически безопасными материалами, характеризуются большим разнообразием цветовой гаммы и текстуры, хо-

рошими эстетическими качествами. Кроме того, натуральный камень является негорючим материалом. Основными недостатками облицовочного камня являются высокая теплопроводность и большая масса, затрудняющая транспортировку, монтаж и повышающая нагрузку на фундамент, а также необходимость регулярного ухода. В связи с этим облицовочные каменные изделия используются в основном для облицовки цоколей, а для фасадов применяются только при небольшой этажности здания.

Существуют схожие с искусственным камнем разновидности полимерных композиционных изделий для наружной облицовки. Самым распространенным из них является полимерпесчаный материал, который широко используется в производстве цокольной плитки, обладает всеми преимуществами и недостатками искусственного камня, изготавливается на основе термопластичных связующих (в основном полиэтилена и полипропилена [2]) и кварцевого песка. Имеются разработки по получению изделий для наружной облицовки, сочетающих средние значения легкости и прочности с низкими значениями теплопроводности и водопоглощения, и получаемых на термопластичных связующих (поливинилхлорид, полистирол) с наполнителями на неорганической основе (кирпичный и стекольный бой) [3–5].

Лицевые кирпичи

Керамический кирпич производится из смеси глинистого сырья с различными добавками и пигментами. Различают ангобированный, глазурированный и офактуренный лицевые кирпичи, а также клинкерный кирпич, изготавливаемый из специальных глиен при высокой температуре обжига. Существует длинноформатная разновидность облицовочного керамического кирпича (керамический ригель). Все эти материалы обладают широкой цветовой гаммой и большой вариативностью размеров, высокими значениями прочности и морозостойкости, долговечностью, негорючестью, экологической безопасностью, хорошими звуко- и теплоизоляционными характеристиками. Недостатками облицовочного керамического кирпича являются большая масса, возможность появления высолов, снижение морозостойкости и долговечности при нарушении лицевого слоя, сложность с подбором тонов между кирпичами разных партий.

Силикатный кирпич состоит из кварцевого песка, воздушной извести, а также добавок и пигментов. Этот материал дешевле керамического кирпича, имеет широкую цветовую гамму, устойчив к низким тем-

пературам, атмосферным и химическим воздействиям. Это экологичный материал, обладает хорошей звукоизоляцией и прочностью. К его недостаткам относятся высокие значения теплопроводности и водопоглощения, большой вес изделий.

Гиперпрессованный кирпич состоит из цемента, известняка-ракушечника и подобных ему материалов. Этот материал получают сухим прессованием с последующим твердением, и внешне он напоминает керамику. К преимуществам гиперпрессованного кирпича относятся стойкость к низким температурам, точность размеров, прочность, широкая цветовая гамма, экологичность, устойчивость к химическим и атмосферным воздействиям. Недостатками этого материала являются большой вес, высокая теплопроводность, склонность к деформации в процессе эксплуатации, низкая цветостойкость и большое тепловое расширение.

Штукатурка для наружных работ

Фасадные штукатурки применяются в качестве внешнего облицовочного слоя в так называемых мокрых фасадах [6], получивших свое название благодаря использованию жидких или полужидких клеевых растворов для крепления слоя теплоизоляции (минеральной ваты или пенопласта) к наружной стене крепления армирующего слоя (наиболее часто применяется стеклоткань) поверх теплоизоляционного. При этом теплоизоляционный слой дополнительно крепится при помощи крепежных дюбелей.

Минеральная штукатурка является самой распространенной, так как имеет широкую цветовую гамму и отличается самой низкой стоимостью. Эта штукатурка отличается негорючестью, стойкостью к воздействию ультрафиолетовых лучей и развитию микроорганизмов.

Акриловая штукатурка немного дороже минеральной, но в то же время благодаря полимерной основе она отличается гибкостью и эластичностью, что препятствует появлению трещин, более долговечна в использовании, устойчива к низким температурам и влаге, но вместе с тем является огнеопасным материалом.

Силикатная штукатурка отличается стойкостью к ультрафиолетовым лучам, влаге и низким температурам. Она является одной из самых долговечных в использовании, но вместе с тем характеризуется ограниченной цветовой гаммой и высокой стоимостью.

Силиконовая штукатурка является самой дорогой из рассмотренных видов штукатурок. Эта штукатурка легко само-

очищается, отличается высокой стойкостью к влаге, низким температурам и ультрафиолетовому излучению, является трудногорючим и долговечным (несколько десятков лет) материалом. Силиконовая штукатурка хорошо сочетается с любым теплоизоляционным материалом.

Самым главным недостатком любой фасадной штукатурки является сложность нанесения, связанная с необходимостью строгого соблюдения технологии приготовления и трудоемкостью при больших площадях поверхности.

Сайдинг

Сайдинг – это один из самых популярных на сегодня облицовочных материалов, представляющий собой тонкую панель с пробитым краем и креплением-замком. Сайдинг монтируется на стальной, алюминиевый или деревянный каркас (обрешетку) и используется как для облицовки цоколей, так и для создания вентилируемых фасадов, в которых между облицовочным слоем и слоем теплоизоляции или стеной остается зазор, в котором свободно циркулирует воздух, что препятствует накоплению конденсата и влаги на облицовываемой поверхности и перегреву этой поверхности. Разновидностью сайдинга является блок-хаус, отличающийся полукруглой лицевой стороной, имитирующей поверхность бревна [7].

Металлический сайдинг – самый распространенный фасадный и цокольный материал. Он производится из стали с полимерным или цинковым покрытием либо из алюминия, что позволяет снизить его массу. Такой сайдинг имеет широкий цветовой спектр, долговечность более 50 лет, характеризуется атмосферостойкостью, морозостойкостью, влагостойкостью и негорючестью. Его недостатками являются сравнительно большая масса, склонность к коррозии при нарушении покрытия, необратимая деформация под изгибающей нагрузкой и достаточно высокая стоимость. Разновидностями металлических облицовочных материалов являются профилированный лист (профлист, профнастил), который является листовым материалом с волнообразной, трапециевидной и др. формами для придания жесткости и прочности, а также линейные панели, которые имеют загнутые (закрытые) или открытые торцы [8; 9], и фасадные кассеты (металлокассеты), которые имеют загнутые торцы и имеют различную форму: прямоугольную, треугольную трапециевидную, П-образную и др.

Виниловый (пластиковый или поливинилхлоридный) сайдинг, как следует из названия, производят из поливинилхлорида

(ПВХ). Данный вид сайдинга долговечный (более 40 лет), легкий, трудногорючий, но плохо переносит высокие и низкие температуры. Виниловый сайдинг подразделяется на цокольный, стеновой и вспомогательный, который служит для скрытия стыков профильных соединений. Нередко цокольный сайдинг выделяют в отдельный вид из-за специфики применения и более высоких показателей прочности, стойкости к низким температурам и ветровым нагрузкам, атмосферостойкости и влагостойкости.

Акриловый сайдинг изготавливается из акрил-стирола, является морозостойким, экологичным, легко устанавливается и не боится от загрязнений. Его недостатками являются высокая стоимость и недолговечность при некачественном материале.

Цементный (фиброцементный) сайдинг производится из цемента, кварцевого песка и дополнительно армируется целлюлозными, синтетическими или стеклянными волокнами (фиброй) [9–11]. Фиброцементный сайдинг устанавливается «внахлест», является прочным, экологичным, пожаробезопасным, долговечным, светостойким, тепло- и звукоизоляционным. Но наряду с этим у него высокое водопоглощение (до 10%), низкая влагостойкость, большая масса и хрупкость. На основе фиброцемента также изготавливают фасадные панели, которые отличаются от сайдинга увеличенными размерами.

Сайдинг из древесно-полимерного композита (ДПК) производится на основе полимерного связующего, в качестве которого наиболее часто применяют полипропилен, полиэтилен и ПВХ, и древесного наполнителя [2]. Этот материал позволяет получить изделия, имитирующие натуральное дерево. Преимуществами сайдинга из ДПК являются легкость, атмосферостойкость, долговечность (до 30 лет) и низкая теплопроводность [10]. Недостатками такого сайдинга являются низкая абразивостойкость, высокое тепловое расширение, низкая влагостойкость при высоких температурах и достаточно высокая стоимость.

Деревянный сайдинг (фальшбрус) достаточно широко применяется при отделке частных домов. Также существует несколько других разновидностей деревянных облицовочных материалов: доска со скругленными или скошенными краями (планкен) и деревянные пластинки (дранка, шиндель и др.). Эти материалы отличаются низкой теплопроводностью и экологической безопасностью, но являются горючими, требуют постоянного ухода, характеризуются низкими значениями водостойкости и биостойкости при средних значениях проч-

ности и атмосферостойкости. Повысить водостойкость и биостойкость позволяет использование термодревеси, которая при производстве обрабатывается в безвоздушной среде при температуре около 180 °С, но в этом случае повышается стоимость материала.

Облицовочные панели

Панели, как и сайдинг, представляют собой группу наиболее распространенных и популярных облицовочных материалов, но отличаются большими размерами, в большинстве случаев большей толщиной и нередко содержат слой утеплителя. Панели также крепятся на обрешетку, применяются для облицовки цоколей и устройства вентилируемых фасадов.

Сэндвич-панели – это облицовочные материалы, применяемые в вентилируемых фасадах и состоящие из двух листов твердого материала (металл, ПВХ или магнезитовая плита) и слоя утеплителя между ними. Теплоизоляционный слой может быть выполнен из пенополиуретана (ППУ), пенополистирола (ППС) или минеральной ваты. Сэндвич-панели являются достаточно экологичным и долговечным материалом, характеризуются низкой теплопроводностью, морозостойкостью, атмосферостойкостью, устойчивостью к агрессивным средам, легкостью и быстротой монтажа. Недостатком этого материала является плохая устойчивость к механическим повреждениям и снижение характеристик при повреждении наружных слоев.

Термопанели – это облицовочный материал, который наряду с сэндвич-панелями используется и в качестве утеплителя, и для фасадной облицовки одновременно. Классической термопанелью считается панель с клинкерной наружной частью, но внешний слой может быть также металлическим, полимерпесчаным, керамогранитным, полимерным или выполнен из глазурованной керамической плитки. Теплоизоляционный слой аналогичен сэндвич-панелям. К преимуществам этого материала можно отнести низкую теплопроводность, легкость монтажа, хорошую звукоизоляцию, небольшой вес, стойкость к низким температурам и атмосферному воздействию. Недостатками термопанелей являются низкая паропроницаемость, низкая ударная прочность и высокая стоимость.

Алюминиевые композитные панели (АКП или алюкобонд) – это облицовочный материал в виде двух алюминиевых листов, между которыми располагается средний слой из полимерной композиции на основе полиолефинов. АКП отличаются

легкостью, прочностью, гибкостью, морозостойкостью, влагостойкостью, разнообразием цветовой гаммы и долговечностью (до 50 лет) [1; 9]. Недостатками данного материала являются горючесть, низкая абразивостойкость и высокая стоимость.

Ламинат высокого давления – это композитный материал, состоящий из целлюлозных волокон, нескольких слоев крафт-бумаги и реактопластичного связующего. Данный материал отличается широкой гаммой цветов и текстур, легкостью, экологичностью, влагостойкостью, атмосферостойкостью и ударопрочностью. Недостатками данного материала являются горючесть, низкая стойкость к ветровым нагрузкам и высокая стоимость.

Керамические панели – это современный облицовочный строительный материал, используемый для отделки навесных фасадов с вентиляцией. Этот материал обладает всеми преимуществами и недостатками облицовочного керамического кирпича. Существуют разновидности керамических панелей, имеющие свои особенности. Самой водостойкой и плотной панелью является экструдированная керамическая панель, называемая также терракотовой. Такие панели изготавливаются из смеси кварцевого песка и глины с использованием минеральных добавок. Наличие эмали или глазури повышает показатели влагостойкости, прочности и расширяет цветовую гамму керамических панелей. Низкой стоимостью отличаются панели монокоттура, производимая из белой глины, и котто, получаемая из красной глины. Монокоттура устойчива к низким температурам и влаге. Котто обладает пористой поверхностью в коричневых оттенках и устойчивостью к низким температурам. Клинкерная плитка производится из высокопластичной глины с последующим обжигом при температурах около 1200 °С. Клинкерная плитка обладает долговечностью, высокими значениями морозостойкости и прочности, низким водопоглощением, широкой цветовой гаммой, а также химической стойкостью и атмосферостойкостью [7]. Этот материал хорошо подходит для облицовки цоколей. Существуют разработки по получению облицовочной керамики на основе глин малой пластичности, эксплуатационные характеристики которых могут быть повышены за счет введения флюсующе-упрочняющих и порообразующих добавок, которые также позволяют получить закрытопористый материал с эффектом самоглазурования [12–14].

Стеклопакеты – это еще один материал для отделки навесных фасадов с вентиляцией, изготавливаемый из ударо-

прочных, ламинированных, армированных стальной сеткой или закаленных стекол. Стекло может быть матовым, зеркальным, непрозрачным, прозрачным, цветным или окрашенным, прямым или изогнутым [15], может обладать переменными свойствами: темнеть или менять прозрачность в зависимости от освещения и температуры [16]. Стеклопакеты отличаются легкостью, прочностью, а при наличии покрытий и специальных слоев приобретают защиту от ультрафиолетового излучения, теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства. Основным недостатком таких панелей является хрупкость.

Листовые и рулонные облицовочные материалы

Цементная плита (аквапанель) – это листовая облицовочная панель, которая состоит из мелкозернистого керамзитобетона, армированного стеклосеткой [17]. Такой материал достаточно широко используют для облицовки фасадов каркасных домов. Аквапанель обладает экологичностью, влагостойкостью, гибкостью, высокой прочностью и долговечностью. Основным недостатком аквапанелей является достаточно высокая цена.

Фасадный гипсокартонный лист (ГКЛ) – это листовая отделочная панель, состоящая из двух слоев специального влагостойкого картона с гидрофобной пропиткой и сердечника из гипса с армирующими наполнителями: стекловолокном, металлической сеткой и др. При монтаже фасадные ГКЛ приклеивают в два слоя при помощи мастики и проводят финишную обработку шпатлевкой и краской на силиконовой основе. Фасадный ГКЛ является экологичным, тепло- и звукоизоляционным материалом, обладает огнестойкостью, отличается легкостью монтажа и низкой стоимостью. Однако этот материал характеризуется хрупкостью, сравнительно низкими значениями водостойкости и прочности.

Стекломагнезитовый лист (СМЛ) – это листовая отделочная панель, которая состоит из магнезиевого вяжущего, включающего оксид магния и хлорид магния, а также наполнители: перлит, мелкодисперсную древесную стружку и стеклотканевую сетку [17]. Этот материал обладает высокой прочностью, легкостью, гибкостью, высокой влагостойкостью, низким водопоглощением, морозостойкостью, огнестойкостью (не горит до 1200 °С), химической и биологической стойкостью. СМЛ отличается экологической безопасностью, долговечностью и не нуждается в финишной отделке. При использовании некачественных сы-

рневых материалов и низком содержании оксида магния при намокании выделяется хлорид магния, вызывающий коррозию металла, снижается водостойкость и морозостойкость материала.

Гибкая керамика – это инновационный отделочный материал с возможностью облицовки нелинейных поверхностей. Различают два исполнения этого материала: в виде керамических блоков, скрепленных металлической проволокой в рулоны или гибкие листы (Flexbrick), и в виде измельченной модифицированной глины, нанесенной с добавлением полимерного связующего на основу из стеклосетки с последующим запеканием и добавлением эластичного защитного слоя (Csflex) [10]. Flexbrick обладает всеми преимуществами и недостатками керамической облицовки. Csflex является легким, прочным, долговечным (до 20 лет), экологичным, огнестойким, биостойким, морозостойким материалом малой толщины и имитирует облицовку керамическими изделиями.

Гибкий камень – это рулонный материал для наружной отделки в виде тончайшего среза натурального камня (в основном песчаника), наклеенного на стеклохолст [10]. Данный материал отличается легкостью, возможностью облицовки нелинейных поверхностей, малой толщиной и возможностью имитации натурального камня. Основными недостатками данного материала являются невысокая прочность и достаточная высокая стоимость.

Фасадные обои – это группа рулонных облицовочных материалов, являющихся альтернативой фасадной штукатурке. Различают флизелиновые обои с целлюлозным наполнителем, отличающиеся эластичностью и возможностью перекраски, обои на основе минеральных или стеклянных волокон, обладающие хорошей паропроницаемостью, и обои из гибкого камня, представляющие собой композитное покрытие из крошки натурального камня (в основном мрамора) на полимерном связующем (как правило, используется акриловая смола). Все виды фасадных обоев отличаются долговечностью, атмосферостойкостью, легкостью монтажа [7], разнообразием цветовой гаммы и текстуры с имитацией различных облицовочных материалов.

Строительные мембраны – это рулонные или модульные облицовочные материалы, которые могут быть текстильными (в основном из полиэфирной ткани, покрытой ПВХ, или из стеклоткани, покрытой политетрафторэтиленом или силиконом) или пленочными (из этилен-тетрафторэтилена или этилен-хлортрифторэтилена) [18; 19].

Строительные мембраны отличаются легкостью, стойкостью к ветровым нагрузкам, огнестойкостью, химической стойкостью, влагонепроницаемостью, большим разнообразием форм, размеров и цветов. В настоящее время строительные мембраны применяются для создания единоплотных мембранных фасадов, закрывающих фасад целиком, фасадов на основе готовых модулей, а также для гидроизоляции фасадов с открытыми щелями.

Заключение

В настоящее время на строительном рынке представлено большое разнообразие материалов для наружной облицовки, что позволяет оформить фасады и цоколи практически под любые дизайн, условия эксплуатации и финансовые возможности. Продолжаются разработки по созданию новых облицовочных материалов и по модификации существующих. Например, нанесение фотогальванической пленки на стеклянные панели позволяет им вырабатывать электроэнергию под действием солнечного света (солнечные фасады) [20]. Введение фазо-переходных веществ (парафинов, жирных кислот, гидратов солей), в т.ч. в микрокапсулированном виде, в керамику, цемент, полимерные и гипсовые материалы позволяет изделиям аккумулировать тепло при нагреве и отдавать при охлаждении (при переходе добавок из твердого состояния в жидкое и обратно), что повышает энергоэффективность облицовываемой поверхности [21; 22]. Введение специальных добавок, например TiO_2 , в фасадные краски и штукатурки [23], нанесение специальных гидрофобных слоев на основе силана на стеклянные панели [24] или создание слоя глазури, содержащей, например, TiO_2 и Li_2O , на керамических изделиях [12] позволяет получить самоочищающийся от загрязнений под действием дождя и снега фасад. В архитектуре больших городов при облицовке фасадов широко применяются светодиодные панели и стеклянные панели с внедренными светодиодными системами, позволяющие создавать так называемые медиафасады для дизайнерского освещения или трансляции наружной рекламы [25; 26]. Всё более актуальной и распространенной в странах с теплым климатом становится отделка фасадов зелеными стенами (зелеными фасадами), состоящими из сетчатых или каркасных конструкций, на которых произрастают вьющиеся растения, и живыми стенами, представляющими собой контейнеры или текстильные карманы с субстратом, на котором произрастают травянистые растения, с оросительной системой [27; 28]. приме-

нение зеленых и живых стен создает затенение и испарительное охлаждение, увеличивает содержание кислорода и улучшает экологическую обстановку [28].

При этом наибольшее значение при выборе конкретного материала имеют его физико-механические характеристики, особенности монтажа и эксплуатации. В случае правильного и обоснованного выбора облицовочного материала наружные поверхности фасада и цоколя, а также слой теплоизоляции в многослойных стенах будут надежно защищены от внешних воздействий, что предотвращает их разрушение и повышает долговечность зданий и сооружений.

Список литературы

1. Рожина М.Д., Поваренко Д.Д., Любомирский А.В. Керамогранит, как материал отделки навесных фасадов // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2019. № 5. С. 7–13.
2. Колосова А.С., Сокольская М.К., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. Современные полимерные композиционные материалы и их применение // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 5. С. 245–256.
3. Торлова А.С., Виткалова И.А., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Утилизация керамических и полимерных отходов в производстве облицовочных композиционных материалов // Экология и промышленность России. 2019. № 7. С. 36–41.
4. Торлова А.С., Виткалова И.А., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Применение кирпичного боя и полимерных отходов для получения строительного композиционного материала // Экология промышленного производства. 2019. № 4. С. 13–18.
5. Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Разработка способа получения облицовочного композиционного материала на основе полимерных и стекловых отходов // Экология промышленного производства. 2018. № 3. С. 2–6.
6. Сергеева С.Ю., Ерина А.П. Распространенные материалы в отечественном строительстве, применяемые для архитектурной отделки фасада // Вопросы науки и образования. 2019. № 29. С. 40–44.
7. Федотов А.С. Анализ существующих материалов для облицовки фасадов в малоэтажном домостроении // Региональное развитие. 2017. № 3. С. 17.
8. Жуков А.Д. Системы вентилируемых фасадов // Строительство: наука и образование. 2012. № 1. С. 3.
9. Шараров О.Н., Булах Р.В. Сравнительный анализ облицовочных плит систем теплоизоляции навесного вентилируемого фасада и повышение энергоэффективности ограждающей стеновой конструкции // Университетская наука. 2019. № 2. С. 58–63.
10. Пронина Т.В. Инновации некоторых традиционных облицовочных материалов в фасадостроении // Перспективы науки. 2019. № 2. С. 52–60.
11. Pakravan H.R., Ozbakkaloglu T. Synthetic fibers for cementitious composites: A critical and in-depth review of recent advances. *Construction and Building Materials*. 2019. vol. 207. P. 491–518.
12. Шахова В.Н., Березовская А.В., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Разработка облицовочного керамического материала с эффектом самоглазурования на основе малопластичной глины // Стекло и керамика. 2019. № 1. С. 13–18.
13. Торлова А.С., Виткалова И.А., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Разработка энергоэффективной облицовочной керамики на основе местного сырья и стекольного боя // Экология промышленного производства. 2019. № 3. С. 22–26.
14. Уварова А.С., Виткалова И.А., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Утилизация полимерных отходов в производстве облицовочной керамики, получаемой с использованием стеклобоя // Экология промышленного производства. 2020. № 1. С. 17–20.
15. Сулейманова Л.А., Fang J., Ширина Н.В., Баклаженко Е.В., Ладик Е.И. Современные материалы и технологии отделки фасадов при реконструкции и реновации жилого фонда // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 11. С. 21–31.
16. Александров В.Б., Комарова С.Е., Воробьева А.М. Современные тенденции проектирования зданий с применением облицовочных фасадных материалов // Молодой исследователь Дона. 2017. № 3. С. 35–39.
17. Безусова Е.А., Мамаева А.А., Калошина С.В. Стекломагниево-листья как альтернатива традиционным листовым строительным материалам // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2018. Т. 1. С. 330–338.
18. Любин Н.С., Герасимова В.О., Северин А.В. Строительные мембраны, используемые в современных фасадах зданий // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1. С. 207.
19. Paech C. Structural Membranes Used in Modern Building Facades. *Procedia Engineering*. vol. 155. 2016. P. 61–70.
20. Freitas S., Brito M.C. Solar façades for future cities. *Renewable Energy Focus*. 2019. vol. 31. P. 73–79.
21. Rathore P.K.S., Shukla S.K., Gupta N.K. Potential of microencapsulated PCM for energy savings in buildings: A critical review. *Sustainable Cities and Society*. 2020. vol. 53. Article 101884.
22. Аймбетова И.О., Сулейменов У.С., Камбаров М.А., Калшабекова Э.Н., Риставлетов Р.А. Теплофизические свойства фазопереходных теплоаккумулирующих материалов, применяемых в строительстве // Успехи современного естествознания. 2018. № 12–1. С. 9–13.
23. Mansour A., Mansour H., Al-Dawery S.-K. Sustainable self-cleaning treatments for architectural facades in developing countries. *Alexandria Engineering Journal*. 2018. vol. 57. no. 2. P. 867–873.
24. Hua L., Shen J., Chen Y., Lan Q., Liu J. Wipe-on and durable self-cleaning coating for glass facade. *Thin Solid Films*. 2020. vol. 697. Article 137813.
25. Евтушенко А.И., Колотиенко М.А., Ковалев В.В., Турянская В.А. Внедрение медиафасадов в городское пространство: конструктивные и архитектурные решения // Инженерный вестник Дона. 2018. № 4. С. 218.
26. Halskov K., Ebsen T. A framework for designing complex media facades. *Design Studies*. 2013. vol. 34. no. 5. P. 663–679.
27. Bustami R.A., Belusko M., Ward J. Beechama S. Vertical greenery systems: A systematic review of research trends. *Building and Environment*. 2018. vol. 146. P. 226–237.
28. Besir A.B., Erdem C. Green roofs and facades: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. vol. 82. part 1. P. 915–939.