

ОБЗОРЫ

УДК 691.3

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**Шишакина О.А., Паламарчук А.А.***Владимирский государственный университет им. А.Г и Н.Г. Столетовых, Владимир,
e-mail: olya.shishakina@mail.ru*

Строительные материалы и изделия выполняют комплекс функций, необходимых при проведении строительных работ и связанных с эксплуатацией, композиционным построением зданий и сооружений, а также оказывают влияние на их стоимость. Использование тех или иных строительных материалов и изделий предполагает соблюдение действующих правил строительства, а также учет природных (географических, климатических) и социальных (культурологических, национальных) факторов. Также важны эстетические аспекты использования материалов и изделий, ведь лицевые поверхности имеют различный внешний вид и по-разному воспринимаются в процессе эксплуатации. Разновидности строительных материалов и изделий, технологии их производства изменялись вместе с развитием строительных производств и сменой производственных отношений в человеческом обществе. Простейшие материалы и примитивные технологии заменялись более совершенными, на смену ручному изготовлению пришло машинное. Со временем увеличивался и видоизменялся ассортимент строительных материалов. Например, вместо традиционных мелкоштучных тяжелых материалов было организовано массовое производство относительно легких крупноформатных строительных деталей и конструкций из сборного железобетона, бетонов с легкими заполнителями. В настоящее время активно развивается производство разнообразных тепло- и гидроизоляционных материалов. Значительно ускорилось развитие производства и применения в строительстве полимерных материалов и изделий различного назначения.

Ключевые слова: строительные материалы, керамика, бетон, стекло, пластмассы, теплоизоляционные материалы

REVIEW OF MODERN CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS**Shishakina O.A., Palamarchuk A.A.***Vladimir State University named A.G and N.G. Stoletovs, Vladimir, e-mail: olya.shishakina@mail.ru*

Building materials and products perform a set of functions necessary during construction work, and associated with the operation, compositional construction of buildings and structures, and also affect their cost. The use of certain building materials and products requires compliance with the current construction rules, as well as natural (geographical, climatic) and social (cultural, national) factors. Aesthetic aspects of the use of materials and products are also important, because front surfaces have a different appearance and are perceived differently during operation. Varieties of building materials and products, their production technologies have changed along with the development of construction industries and the change of production relations in human society. The simplest materials and primitive technologies were replaced by more advanced ones; manual manufacturing was replaced by machine manufacturing. Over time, the assortment of building materials increased and modified. For example, instead of the traditional small-piece heavy materials, mass production of relatively light large-sized building parts and precast concrete structures, lightweight aggregate concrete was organized. Currently, the production of various heat and waterproofing materials is actively developing. Significantly accelerated the development of production and use in the construction of polymeric materials and products for various purposes.

Keywords: building materials, ceramics, concrete, glass, plastics, heat-insulating materials

В современном быстроразвивающемся мире отрасль производства строительных материалов испытывает небывалый подъём. Несмотря на то, что строительные материалы используются человечеством с древнейших времен, многие из них уже не удовлетворяют требованиям современного многоэтажного строительства. Повышение нормативных требований, конкуренция между производителями и развитие современных технологий способствуют появлению новых и существенному улучшению традиционных строительных материалов. Возведение высотных зданий, а также строительство в районах с неблагоприятной сейсмической обстановкой также способствуют развитию технологий производства строительных материалов и изделий в области повышения их качества. Использование строи-

тельных материалов обычно подразделяется на конкретные области применения, такие как отделочные, электроизоляционные, сантехнические, кровельные и другие работы. Строительные материалы также обеспечивают привлекательный внешний вид, способствуют комфортному времяпрепровождению в здании и повышению энергоэффективности сооружений.

Цель работы: анализ состояния и перспектив развития различных современных строительных материалов и изделий

Строительная керамика

К строительной керамике принято относить широкий ассортимент различных материалов и изделий, с разнообразными свойствами и назначением, которые применяют при возведении промышленных,

жилых и общественных зданий. В настоящее время строительную керамику используют во многих конструктивных элементах зданий и сооружений, а материалы для наружной и внутренней облицовки активно применяют при строительстве быстровозводимых конструкций [1].

Под термином керамика традиционно принято понимать любые изделия из обожженной глины. Тот материал, из которого, собственно, и состоит готовое керамическое изделие, в технологии керамики называют черепком или керамическим черепком. Черепок является искусственным камнем, который образуется в процессе обжига изделия из-за спекания компонентов керамики при высокой температуре [2].

Существует множество видов классификации строительной керамики: по составу керамической массы, по назначению, по структуре черепка после обжига и т.д. По структуре черепка керамические изделия принято разделять на:

1. Пористые – водопоглощение по массе превышает 5%, преимущественно 8...20%. К ним относят кирпич и камни керамические, черепицу, фаянсовые изделия.

2. Плотные (со спёкшимся черепком) – водопоглощение составляет менее 5%, чаще 2...4%. Такой черепок практически водонепроницаем. К изделиям с плотным черепком относят плитки для пола, керамический гранит, клинкер, фарфоровые изделия.

По назначению керамические материалы и изделия делят на следующие виды:

1. Изделия для наружной облицовки – лицевой кирпич, плитка, наборные панно, архитектурно-художественные детали.

2. Изделия для внутренней облицовки – глазурированные плитки и фасонные детали к ним.

3. Санитарно-технические изделия – умывальные столы, ванны, унитазы.

4. Стеновые изделия – кирпич, пустотелые камни и панели из них.

5. Теплоизоляционные изделия – перлитокерамика, ячеистая керамика.

6. Кровельные изделия – черепица.

7. Изделия для подземных коммуникаций – канализационные и дренажные трубы [3].

8. Кислотоупорные изделия для работы в коррозионных средах [4].

В последнее время для соблюдения нормативных требований, в первую очередь по теплотехническим характеристикам, и уменьшения толщины стен проводятся разработки по получению керамических материалов, способных совмещать функции облицовочных, стеновых и теплоизоляционных материалов [5].

Для модификации свойств строительной керамики применяют различные добавки, которые принято разделять на пластифицирующие, порообразующие и выгорающие. Пластифицирующие добавки используют, когда необходимо улучшить пластичность, формуемость керамической массы. В качестве пластифицирующих добавок наиболее эффективно использование высокопластичных глин, поверхностно-активных веществ и бентонитов. Порообразующие добавки разлагаются или выгорают с выделением газа при обжиге, что способствует получению пористых керамических изделий с хорошими теплоизоляционными свойствами. Выгорающие добавки, которыми являются отходы фабрик по обогащению угля, зола, лигнин и мелкие древесные опилки, способствуют не только повышению пористости готовых изделий, но и равномерному спеканию черепка, что благоприятно сказывается на внешнем виде и прочности готового изделия. В качестве выгорающих добавок также могут использоваться полимерные отходы, однако в связи с токсичностью продуктов горения в этом случае необходимо проводить дополнительную обработку продуктов выгорания путем дожигания или очищать дымовые газы при помощи сорбционных методов очистки или сухой очистки [6].

Для создания приятного вида и устойчивости к внешним воздействиям поверхность некоторых керамических изделий могут покрывать глазурью или ангобом. Существуют составы керамических шихт, которые за счет совместного введения плавней и компонентов, являющихся источниками стекловидной фазы, позволяют получить эффекты самоглазурования поверхности изделий и использовать стеклофазу в качестве связующего в объеме керамики, что повышает прочность и морозостойкость, снижает водопоглощение материала [7, 8], а также позволяет повысить такие свойства, как кислотоупорность и термостойкость [9].

Бетоны

Бетоны – это композитные материалы, состоящие из заполнителя (обычно скального материала) и связующего (обычно портландцемента или асфальта), который соединяет частицы заполнителя в единое целое. Известны многие типы бетона, определяемые составами связующих веществ и типами заполнителя, используемого в соответствии с областью применения материала. Эти переменные определяют прочность, плотность, а также химическую и термическую стойкость готового продукта.

Заполнитель в бетоне обычно представляет собой куски материала неправильной формы и различных размеров. Чаще всего в качестве заполнителя используют гравий различного фракционного состава, раздробленные до необходимого размера гранит и известняк, а также мелкозернистые заполнители, например песок [10].

Портландцемент, часто называемый просто цементом, является самым популярным типом связующего для бетонов. Цемент в виде сухого порошка смешивается с водой и заполнителем, и получившееся цементное тесто заливается в формы. Цементное тесто постепенно загустевает и в итоге затвердевает в ходе химической реакции, превращаясь в прочный бетон. Вода реагирует с цементом в реакции гидратации, скрепляя все компоненты в единое целое. Существуют и другие связующие, например шлаковый цемент из отходов металлургической промышленности или зола. Их добавляют в состав бетона в качестве минеральных добавок, в различных соотношениях с портландцементом, и они становятся частью связующего для заполнителя. Различные химические добавки используют для придания требуемых свойств. Они способствуют изменению скорости затвердевания бетона, а также придают целый комплекс различных положительных свойств, таких как водостойкость, повышенная прочность на изгиб и др. [11].

В последнее время минеральные добавки стали использоваться значительно чаще. Применение отходов производств в составе бетона становится всё более частым из-за ухудшения экологической обстановки, что требует избавляться от подобных отходов. К тому же подобные материалы нередко способствуют приданию бетону различных полезных свойств. Быстро нарастают темпы использования золы, типичного отхода угольных электростанций, а также доменного шлака и кремнезёма, представляющих собой отходы чёрной и цветной металлургии. Применение этих отходов в качестве компонентов бетона снижает стоимость готового продукта, поскольку минеральные добавки отчасти заменяют цемент. Это позволяет снизить количество используемого цемента, при производстве которого тратится много энергии и наносится значительный экологический вред, и уменьшить количество промышленных отходов, что также хорошо влияет на экологию. Минеральные добавки вводят в состав цемента непосредственно во время производства или добавляют к другим состав-

ляющим уже при замешивании цементного теста [12].

Портландцемент и конструкции с его участием обладают высокой прочностью на сжатие, однако их сопротивление растяжению обычно значительно меньше. Поэтому такие конструкции в основном армируются материалами, которые сильно растягиваются, как правило, стальной арматурой.

Газобетон является универсальным легким строительным материалом и обычно используется в качестве блоков. По сравнению с обычным бетоном этот материал обладает низкой плотностью и отличными теплоизоляционными свойствами, которые достигаются за счет образования воздушных пустот и клеточной структуры. Эти пустоты обычно имеют размер от 1 до 5 мм и придают материалу характерный внешний вид. Используя железобетонные балки, потолки и крышу, из газобетона можно построить практически весь дом, включая стены и полы. Газобетон легко режется до любой необходимой формы. Газобетон также обладает хорошими акустическими свойствами и долговечностью, имеет хорошую устойчивость к воздействию кислотных дождей и разрушению от огня и низких температур. Газобетонные блоки имеют точную форму и соответствуют жестким допускам. Но материал имеет некоторые ограничения. Поскольку он имеет меньшую прочность, чем большинство бетонных изделий, то при использовании в несущих конструкциях он должен быть усилен. Также газобетон требует защитного покрытия, так как материал пористый и может быть поврежден, если его оставить без дополнительной отделки [13].

Пенобетон – это универсальный строительный материал с простым способом производства, который является относительно недорогим по сравнению газобетоном. Он представляет собой смесь песка, цемента, воды и пены. Пенобетонные смеси, использующие зольную пыль в составе, еще дешевле и оказывают меньшее воздействие на окружающую среду. Пенобетон производится с различной плотностью от 200 до 1600 кг/м³ в зависимости от сферы применения. Несмотря на то, что продукт является формой бетона (с заполнителем из пузырьков воздуха), его высокие теплоизоляционные свойства значительно изменили сферу его применения. Благодаря своей пористой структуре, содержащей крошечные пузырьки воздуха, пенобетон обладает хорошими шумопоглощающими свойствами и позволяет снизить расходы на звукоизоляцию [14].

Стекло

Использование стекла в строительстве стало очень популярным в современной культуре. Наиболее часто используется листовое оконное стекло и стеклоблоки.

Листовое оконное стекло – основной вид стекла, который используется для остекления окон, витрин, а также во внутренних интерьерах зданий. Светопропускание оконных стекол зависит от их марки и варьируется от 84 до 89%.

Пустотелые стеклянные блоки применяют при возведении перегородок, внутренних и наружных стен и других конструкций, где требуется высокое светопропускание, а также высокие звуко- и теплоизоляционные свойства. По своей структуре стеклоблоки представляют собой полые стеклянные коробки с полированной наружной поверхностью и рёбрами внутри. Рёбра или другие элементы внутренней поверхности блока способствуют рассеянию света и делают блок непрозрачным [15].

Также изделия из стекла активно применяются для внутренней и наружной облицовки зданий и сооружений.

Стемалит представляет собой листовое стекло или плитки из листового стекла с нанесённой с одной стороны для непрозрачности эмалью. Стекло термически обработано, что способствует закреплению эмали и упрочнению стекла. Стемалит может использоваться для облицовки наружных и внутренних стен, фасадов, различных промышленных помещений.

Марблит – изделие из листов глушеного стекла различных цветов с рифлением на тыльной стороне и гладкой лицевой поверхностью. Толщина варьируется от 5 до 25 мм. Марблит применяют для облицовки стен, пола, различных резервуаров и в других случаях, когда требуется защита от коррозии, химическая стойкость и привлекательный внешний вид.

Смальта – это небольшие кусочки стекла неправильной формы. Их производят из цветного глушеного стекла, прессуя стеклянный порошок или отливая из стекломассы. Смальта находит активное применение при производстве художественных композиций, мозаичных панно и в других типах декоративной отделки фасадов зданий и интерьеров.

Декоративная стеклокрошка – мелкие (0,5–10 мм) гранулы из цветного глушеного стекла. Использование стеклянной крошки позволяет значительно сократить расходы на отделку, ведь при привлекательном внешнем виде стеклокрошка значительно дешевле стеклянных или керамических

плиток. Декоративную стеклокрошку можно использовать при облицовке фасадов и оформлении интерьеров [16].

Металл

Металл часто применяется в качестве каркаса крупных зданий и сооружений, таких как небоскребы, или для отделки наружной поверхности. Существует большое разнообразие металлов и сплавов, используемых для строительства. Основным недостатком металлов – коррозия, которая может значительно сократить их срок службы.

Сталь представляет собой сплав железа с углеродом и является стандартным выбором для металлических конструктивных строительных материалов. Это прочный, гибкий материал и, если его хорошо очищать и полировать, то служит долго.

Более низкая плотность и лучшая коррозионная стойкость алюминиевых сплавов и олова иногда делают их более предпочтительными, несмотря на их большую стоимость.

Медь является ценным строительным материалом благодаря коррозионной стойкости, долговечности, низкому тепловому расширению, малому весу, радиочастотному экранированию, молниезащите, пригодности к вторичной переработке и широкому спектру отделок. Медь может быть встроена в кровлю, водосточные желоба, трубы, купола, шпили, хранилища, облицовку стен и элементы внутреннего дизайна [17].

Пластмассы

Материалы из пластмасс в значительной мере отвечают задачам промышленного строительства. Рациональное применение пластмасс в крупнопанельном домостроении позволяет значительно облегчить вес конструкций за счет их «тонкостенности» и уменьшения объемного веса использованных материалов. Значительно упрощаются транспортирование изделий, их монтаж и послеустановка отделка зданий. Кроме того, применение пластмасс в строительстве способствует повышению теплоизоляционных, звукоизоляционных и других эксплуатационных характеристик помещений [18].

Несомненными преимуществами пластмасс являются низкая плотность (от 50 до 1800 кг/м³), высокая прочность при сжатии и растяжении (до 400 МПа), хорошие теплоизоляционные свойства, устойчивость к коррозии и химическим реагентам, простота и технологичность производства готовых изделий. Недостатками, ограничивающими использование пластмасс в строительстве, считают их относительно малую

теплостойкость (в зависимости от типа пластмасс от +70 до +200°), низкую твердость, ползучесть, сильно проявляющуюся при повышенных температурах, и горючесть. Но основным недостатком, значительно сокращающим области применения пластмасс, является их недолговечность, вызванная протеканием реакций деструкции уже при комнатной температуре [19].

Отдельно стоит упомянуть о полимерных композиционных материалах в строительстве. Сейчас композиционные материалы развиваются невероятно быстрыми темпами, и неудивительно, что некоторые из них находят применение в строительстве. Преимущества композиционных материалов широко известны: низкая плотность, высокая механическая прочность, отличные теплоизоляционные характеристики. Из широко применяемых в строительстве полимерных композиционных материалов можно выделить древесно-стружечные и древесно-волоконные плиты, древесно-полимерные композиты, пенопласты, стеклопластики и сэндвич-панели, полимербетоны, синтактные пенопласты, а также композиционные материалы, армированные углеродными и арамидными волокнами [20, 21]. Перспективными для применения в строительстве являются полимерные композиционные материалы строительного назначения, получаемые с использованием отходов в качестве наполнителей и связующих [22, 23].

Теплоизоляционные материалы

Теплоизоляционные материалы представляют собой материалы с низкой теплопроводностью, используемые для теплоизоляции зданий и сооружений. Применение теплоизоляционных материалов позволяет значительно сократить затраты на отопление и создать комфортные условия в помещении. Все теплоизоляционные материалы характеризуются низкой плотностью, сравнительно низкой прочностью и хорошими звукопоглощающими свойствами. Рассмотрим наиболее распространенные в строительстве теплоизоляционные материалы:

Пеностекло представляет собой искусственный материал, подобный пемзе, и изготавливается в виде блоков и гранул. Пеностекло легко обрабатывается, может склеиваться, при этом воздухопроницаемо и негигроскопично. Данный материал активно используют в строительстве для тепло- и звукоизоляции. В гранулированном виде пеностекло играет роль лёгкого заполнителя при создании некоторых типов бетона и бетонных изделий [24].

Для тепло- и звукоизоляции применяют газонаполненные изделия из пластмасс – пенопласты, поропласты и сотопласты. Пенопласты имеют в своей структуре множество не сообщающихся друг с другом ячеек, заполненных воздухом или другим лёгким газом. В случае с поропластами ячейки внутри материала сообщаются друг с другом. В сотопластах ячейки представляют собой полости правильной геометрической формы, например в виде пчелиных сот, которые не сообщаются друг с другом [25].

Заключение

Сегодня в строительстве существует огромное количество разнообразных строительных материалов и изделий. Несмотря на разработки новых материалов с улучшенными свойствами, традиционные строительные материалы остаются лидерами рынка благодаря их низкой стоимости. Разработанные композиционные материалы, к сожалению, пока не так активно используются в строительстве именно из-за их высокой стоимости и сложности производства. Однако стремление уменьшать затраты на эксплуатацию зданий и сооружений, снизить энергопотребление, а также ускорение темпов строительства не позволяет останавливаться на традиционных строительных материалах из-за их низкой энергоэффективности и большой плотности. Использование инновационных композиционных материалов открывает новые возможности по строительству не только жилых зданий, но и специальных сооружений (аэропортов, бомбоубежищ, небоскрёбов). Следует заметить, что многие новые строительные материалы являются ни чем иным, как давно использовавшимися ранее, но воссозданными на основе инноваций в области производственных технологий материалами.

Список литературы

1. Комар А.Г. Строительные материалы и изделия: Учебник для инженерно-экономических специальностей строительных вузов, 5-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1988. 527 с.
2. Байер В.Е. Архитектурное материаловедение: учебник для студентов вузов. М.: Архитектура, 2012. 234 с.
3. Киреева Ю.И. Строительные материалы: учебное пособие. Минск: Новое знание, 2005. 399 с.
4. Шишакина О.А., Паламарчук А.А., Кочуров Д.В. Применение кислотоупорной керамики в современной промышленности // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=19251> (дата обращения: 11.09.2019).
5. 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.
6. Перовская К.А., Петрина Д.Е., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Применение полимерных отходов для повышения

энергоэффективности стеновой керамики // Экология промышленного производства. 2019. № 1. С. 7–11.

7. Шахова В.Н., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Получение облицовочной керамики с использованием несортированного боя тарных стекол // Экология и промышленность России. 2019. № 2. С. 36–41.

8. Шахова В.Н., Березовская А.В., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г., Сысоев Э.П. Разработка облицовочного керамического материала с эффектом самоглазурования на основе малопластичной глины // Стекло и керамика. 2019. № 1. С. 13–18.

9. Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С., Селиванов О.Г. Использование отходов, содержащих тяжелые металлы, для получения кислотоупорной керамики с эффектом самоглазурования // Экология промышленного производства. 2018. № 2. С. 2–6.

10. Рамачандран В.С. Добавки в бетон. Справочное пособие / Пер. с англ. Т.И. Розенберг и С.А. Болдырева. М.: Стройиздат, 1988. 286 с.

11. Величко Е.Г. Строение и основные свойства строительных материалов: учебное пособие. М.: ЛКИ, 2014. 496 с.

12. Домокеев А.Г. Строительные материалы: учебник для строительных вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1989. 495 с.

13. Алимов Л.А., Воронин В.В. Строительные материалы: учебник для бакалавров. М.: Академия, 2012. 320 с.

14. Bedi R., Chandra R., Singh S.P. Reviewing some properties of polymer concrete. *Indian Concrete Journal*. 2014. № 8. P. 47–68.

15. Попов К.Н., Каддо М.Б. Строительные материалы: учебник для вузов. М.: Студент, 2012. 440 с.

16. Основин В.Н., Шуляков Л.В., Дубяго Д.С. Справочник по строительным материалам и изделиям. М.: Феникс, 2006. 448 с.

17. Москалев Н.С. Металлические конструкции: учебник. М.: АСВ, 2010. 555 с.

18. Миккульский В.Г. Строительные материалы и изделия. М.: АСВ, 2009. 520 с.

19. Bedi R., Chandra R., Singh S.P. Mechanical Properties of Polymer Concrete. *Journal of Composites*. 2013. № 11. С. 1–12.

20. Панибратов Ю.П., Тихонов Ю.М., Мещеряков Ю.Г. Архитектурное материаловедение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. М.: Академия, 2012. 288 с.

21. Рыбьев И.А. Материаловедение в строительстве. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 528 с.

22. 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.

23. 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.

24. Сопегин Г.В. Перспективы применения пеностекла в строительстве // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2017. С. 418–424.

25. Клемпнер Д.П. Полимерные пены и технологии вспенивания. СПб.: Профессия, 2009. 599 с.