

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. СВОЙСТВА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ	10
1.1. Полимерные конструкционные материалы	10
1.2. Полимерные отделочные материалы	12
Глава 2. СВЯЗУЮЩИЕ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	23
2.1. Связующие на основе реакционноспособных мономеров и олигомеров	23
2.2. Связующие на основе термопластичных полимеров	37
Глава 3. НАПОЛНИТЕЛИ И АРМИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	40
3.1. Наполнители, повышающие физико-механические свойства полимерных материалов	40
3.2. Армирующие наполнители, повышающие прочностные характеристики полимерных материалов	57
Глава 4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	69
4.1. Структура наполненных полимерных материалов	69
4.2. Роль полимерных связующих в формировании свойств ПКМ	71
Глава 5. ТЕРМОСТОЙКОСТЬ И ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ МАРОК ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	77
Глава 6. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	86
Глава 7. МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	92
7.1. Введение наполнителей	95
7.2. Введение антипиренов	97
Глава 8. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ	106
8.1. Композиционные материалы на основе первичных и вторичных термопластичных полимеров	106
8.2. Полимерные композиционные материалы на основе реакционноспособных олигомеров	113
Заключение	134
Библиографический список	135

ВВЕДЕНИЕ

Применение новых инновационных материалов и технологий в строительстве значительно сокращает сроки возведения зданий и сооружений, повышает их энергоэффективность и энергосбережение, шумо- и теплотехнические характеристики строительных конструкций.

К инновационным технологиям относятся:

- каркасное строительство;
- применение несъемных опалубок при возведении зданий;
- использование модульных опалубок;
- сборка зданий из 3D-панелей;
- возведение зданий с помощью 3D-печати (применение промышленных 3D-принтеров).

При этом 3D-печать строительных конструкций является будущим строительной отрасли, и прежде всего — для индивидуального жилищного строительства.

Преимущества 3D-печати строительных конструкций и зданий в целом состоят в следующем:

- оперативность возведения зданий;
- относительно невысокая стоимость и практически полная автоматизация строительства зданий;
- высокая производительность и простота 3D-печати сложных и разнообразных строительных конструкций и их небольшая масса;
- рациональное использование материальных ресурсов;
- производство готовых строительных изделий (панелей) на строительной площадке;
- снижение теплопотерь при эксплуатации зданий за счет применения эффективных полимерных теплоизоляционных материалов (ПТМ).

Благодаря экструзионной (от лат. *extrudo* — выталкивание, выдавливание) технологии 3D-печать позволяет создавать строительные элементы и конструкции из различных строительных материалов: цементных растворов и бетонов, гипса, глины и полимерных композиционных материалов (ПКМ). Этот метод строительства позволяет возводить здания, которые могут быть использованы в качестве бюджетных жилых и производственных строений, маневренного фонда в случае стихийного бедствия или расселения аварийных домов, а также доступного съемного жилья. Применение 3D-панелей является усовершенствованным методом каркасно-щитовой сборки зданий и сооружений.

Промышленные 3D-принтеры по своей конструкции напоминают козловой кран, между двумя опорами которого закреплена печатающая головка с трехмерным позиционированием, позволяющая «печатать» строительные конструкции любой конфигурации. Для 3D-печати строительных панелей используют ПКМ, специальные строительные цементные растворы и отходы промышленности. С помощью промышленного 3D-принтера, например, KarmaMaker, можно «печатать» и пластиковые пустотелые стены. Для их производства применяют стеклонаполненные полиэфиракрилаты (метакрилаты), а пустоты в стенах заполняют заливочными умеренногорючими пенополиуретанами (ППУ) или пенополиизоциануратами (ППИ). Толщина полимерных стен зависит от условий эксплуатации возводимых зданий.

Повышение уровня индустриализации строительного производства, улучшение качества строительно-монтажных работ и сокращение сроков возведения объектов достигается также за счет широкого применения легких многослойных ограждающих конструкций на основе заливочных пенопластов (ППУ, ППИ и резольные пенофенопласты) и листовых материалов из стали, алюминиевых сплавов, цементно-стружечных и древесно-волоконных плит. Эффективность указанных конструкций определяется универсальностью конструктивных решений и высокой степенью заводской готовности, простотой монтажа и их эксплуатационной надежностью. Применение указанных конструкций значительно снижает массу сооружений и обеспечивает быструю их сборку. Вспенивание композиций на основе реакционноспособных олигомеров между внешними обшивками конструкций существенно сокращает технологический цикл производства сэндвич-панелей.

Среди инновационных материалов большой интерес представляют полимерные композитные материалы, обладающие высокими технологическими и физико-механическими характеристиками. ПКМ — материалы с относительно равномерным распределением твердых частиц различной геометрической формы (тонкодисперсных, волокнистых или тканых наполнителей) в объеме непрерывной полимерной матрицы, с четко выраженной границей раздела фаз. Между полимерной матрицей и наполнителем возникает адгезионное взаимодействие, величину которого можно регулировать с помощью различных аппретов. На основе одного полимера можно создать большое разнообразие композитов, которое определяется химической природой, размерами, формой и содержанием дисперсной фазы, характером взаимодействия фаз на границе их раздела. Дисперсная фаза в ПКМ может быть твердой (в виде порошка или волокон), жидкой или газообразной. Кроме того, существуют полимерные композиты, представляющие собой смеси термодинамически несовместимых полимеров. Возможности получения композитов практически неисчерпаемы, поскольку существует огромное число сочетаний, которые можно получить из большого количества компонентов, пригодных для их производства. При этом количество таких сочетаний следует умножить на число различных структур используемых наполнителей, которые можно получить за счет изменения технологии их производства.

Функция полимерной матрицы — перераспределить напряжения между соседними волокнами и остановить рост трещин, появляющихся при разрушении волокон. Последнее достигается за счет пластических деформаций полимерной матрицы или местного отслоения волокон от матрицы. Матрица также защищает наполнители от вредного воздействия окружающей среды, в первую очередь влаги. При водопоглощении 5–6 % мас. прочность и модуль упругости снижаются на 15–20 %, а теплостойкость — на 50–100 °С. При выборе полимерной матрицы следует уделять особое внимание соотношению свойств матриц и наполнителей, что определяет вязкость разрушения, трещиностойкость и монолитность ПКМ.

Полимеры, используемые для получения ПКМ, можно классифицировать по следующим признакам:

- по величине молекулярной массы (ММ) — мономеры, олигомеры и полимеры (ММ выше 10^4);

- по характеру химических превращений в процессе формования композитов — термопласты (без изменения химического строения), реактопласты (претерпевающие химическое сшивание молекул исходных олигомеров) и их различные смеси. Основное отличие указанных полимеров состоит в их поведении при воздействии повышенных температур: термопластичные полимеры плавятся, образуя расплав полимера, а полимеры на основе реакционноспособных олигомеров (реактопластов) разлагаются без образования расплава полимера. Широкие перспективы открываются и при применении для производства ПКМ новых тепло- и термостойких конструкционных термопластов, обладающих высокой длительной прочностью (полисульфонов и полиэфирсульфонов);

- по механизму химических реакций, приводящих к образованию пространственно-сетчатой структуры полимеров: полимеризационные ненасыщенные олигоэфиры; поликонденсационные (фенолформальдегидные, кремнийорганические и карбамидные);

- по реакции полиприсоединения (эпоксидные и полиуретаны) и циклотримеризации (полибензоксазолы);

- по форме применения: растворы (в том числе смеси), расплавы (в том числе смеси), дисперсии (суспензии, эмульсии, латексы), пленки, волокна и порошки.

По сравнению с полимерной матрицей наполнители являются более жесткими и прочными веществами. Применение наполнителей приводит к росту прочности и модуля упругости полимерных материалов, снижению их деформативности, что повышает формоустойчивость изделий.

Наибольший интерес представляют наполнители в виде волокон, обладающих высокими упругопрочностными показателями. Волокна могут быть непрерывными и короткими. Диа-

метр тонких волокон составляет 5–15 мкм, а толстых (борных или карбидокремниевых) волокон — 60–100 мкм. Длина коротких волокон колеблется в пределах от 1–2 до 20–50 мм. В процессе переработки композитов экструзией или литьем они обычно разрушаются до длины 0,5–2 мм. ПКМ на их основе занимают промежуточное положение между дисперсно-наполненными полимерами и композитами на основе непрерывных волокон. Та или иная ориентация волокон в полимерной матрице придает композиту анизотропные свойства, которые можно варьировать в соответствии с распределением технологических и эксплуатационных напряжений. Это позволяет создавать материалы и изделия зачастую в одном технологическом процессе.

Наиболее распространенное название ПКМ соответствует химической природе армирующих волокон (стекло-, базальто-, угле-, органо- или боропластики). Для гибридных вариантов применения армирующих волокон — стеклоуглепластики или органоборопластики.

Классификацию полимерных композитов можно проводить по нескольким признакам.

По химической природе полимерной матрицы:

- термопласты;
- реактопласты;
- гибридные.

Для пропитки наполнителей термопластичную матрицу (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид или полистирол) расплавляют, а затем полученные композиты охлаждают. Образование реактопластов происходит в результате отверждения эпоксидных, фенолформальдегидных, полиэфирных, кремнийорганических и других олигомеров. Гибридная матрица может сочетать термореактивные и термопластичные компоненты. В соответствии с химической природой полимерной матрицы композитами называют, например, полиэфирные стеклопластики, полиуретановые монолитные покрытия пола, эпоксидоволокниты и т.д.

По химической природе и форме наполнителя:

- дисперсно-наполненные композиты;
- композиты на основе коротких волокон;
- композиты на основе непрерывных волокон;
- композиты на основе тканых и нетканых наполнителей.

Химическая природа частиц наполнителя весьма разнообразна: мел, слюда, оксиды металлов, стеклосферы, углерод в виде сажи или фуллеренов, аэросил, чешуйки стекла или глины (монтмориллонит), каучукоподобные включения и др. Армирующие волокна могут быть стеклянными, базальтовыми, углеродными или органическими. Известны также высокотермостойкие борные и карбидокремниевые волокна, которые чаще используются для армирования металлов. Наполнители на основе коротких штапельных или рубленых волокон имеют ту же химическую природу, что и непрерывные армирующие волокна.

По структуре полимерных композитов:

- матричная для материалов на основе дисперсных и коротких волокнистых наполнителей;
- слоистая (двухмерная) и объемная (трехмерная) для армированных пластиков на основе тканых и нетканых наполнителей.

К этому разделу можно отнести и композиты с переменной структурой, которые называют градиентами. Такая структура используется для коррекции напряженно-деформированного состояния элементов конструкции.

По степени ориентации наполнителя и анизотропии материала:

- хаотическое расположение частиц наполнителя, непрерывных и коротких волокон — изотропная (или квазиизотропная) структура;
- однонаправленная ориентация волокон — резко выраженная анизотропия;
- заданная анизотропия:
 - перекрестная, ортотропная ориентация: 0° , 90° ;
 - веерная структура, состоящая из нескольких слоев с различной ориентацией волокон.

По методам изготовления изделий из композиционных материалов:

- одностадийные методы (экструзия и «мокрая» намотка, пултрузия (протяжка) и вакуумное формование);

- двухстадийные методы, основанные на предварительном получении пропитанных связующим неориентированных (премиксы) или ориентированных (препреги) волокнистых материалов (полуфабрикатов) с последующим формованием изделия методами «сухой» намотки, прессования, автоклавного формования.

По количеству компонентов:

- двухкомпонентные ПКМ;
- трехкомпонентные ПКМ, совмещающие дисперсные частицы и короткие волокна;
- поливолоконные гибридные ПКМ, содержащие волокна с близкой (стеклоорганопластики) или, наоборот, существенно различной (стеклоуглепластики) деформативностью;
- полиматричные структуры, например, на основе сочетания термореактивных и термопластичных связующих.

По объемному содержанию наполнителя:

- 30–40 % — неориентированные структуры;
- 50–75 % — ориентированные структуры;
- 75–95 % — высоко- и предельно наполненные органоволокниты.

Основными драйверами развития полимерно-композиционных материалов являются авиация, космическая техника, инфраструктура и ветроэнергетика, газомоторный транспорт, судостроение, атомная энергетика и строительство. В строительной индустрии ПКМ должны стать дополнением к традиционно используемым строительным материалам на основе минеральных вяжущих.

Мировой рынок ПКМ в настоящее время превышает 60 млрд евро, а объем их производства 8 млрд т. В Российской Федерации объем потребления ПКМ в строительной индустрии составляет 0,5–2,0 % от общего объема потребления, в Японии он достигает 16 %, а в Китае — 32 %. При этом темпы роста потребления ПКМ в ключевых отраслях промышленности превышают темпы роста самих отраслей. Так, например, в транспортном строительстве годовой прирост ПКМ составляет ~8 %, а показатель роста транспортной индустрии равен 4 %.

Отраслевой программой внедрения ПКМ и конструкций на их основе в строительном комплексе России, утвержденной приказом Минрегионразвития РФ № 306 от 24.07.2013 г., предусмотрено создание условий для более широкого применения ПКМ в строительной индустрии. Полимерные композиты не дешевы, но они обладают длительным сроком эксплуатации и безремонтным периодом службы, составляющим от 30 до 100 лет.

ПКМ обладают и существенными недостатками, сдерживающими их более широкое применение в строительстве: они имеют относительно невысокие модуль упругости при растяжении и длительную прочность при циклических нагрузках, относительно высокую проницаемость для газообразных и жидких сред. Полимерные композиты относятся к пожароопасным материалам: воспламеняются при действии низкокалорийных источников зажигания, горят с выделением большого количества дыма и токсичных продуктов пиролиза и пламенного горения, приводящих к человеческим жертвам и большим экономическим последствиям от пожаров. Статистические данные, характеризующие динамику возникновения и развития пожаров, показывают, что рост числа пожаров, материального ущерба и количества погибших людей в значительной степени связаны с использованием в зданиях и сооружениях, на транспорте и в быту горючих полимерных материалов. В процессе длительной эксплуатации строительных изделий и конструкций эксплуатационные характеристики ПКМ снижаются. Отсутствие точных данных о влиянии циклических нагрузок, повышенных и пониженных температур, длительного воздействия химически активных природных и техногенных сред на эксплуатационные, термические и пожаро-технические свойства ПКМ затрудняет расчет долговечности строительных конструкций на их основе. Сдерживающим фактором применения ПКМ в промышленности является и проблема утилизации изделий на их основе, а также ограниченная ремонтпригодность изделий из полимерных композитов.

Расширение области применения конструкций из ПКМ, армированных высокомодульными и высокопрочными волокнами, сдерживается также недостаточностью знаний о влиянии

комплекса внешних воздействий на их работоспособность. Поэтому основной задачей на ближайшие годы является повышение эксплуатационной надежности и работоспособности ПКМ при комплексном воздействии эксплуатационных и климатических факторов (температуры, влажности, атмосферного электричества, солнечной радиации, топлива и других химических сред, горения и т.п.).

Отражением основной тенденции развития ПКМ является разработка полиармированных ПКМ, сочетающих различные армирующие компоненты. Создание и всестороннее изучение свойств полиармированных ПКМ существенно расширит области их применения.

Общими вопросами для всех видов ПКМ являются:

- необходимость создания инженерных методов расчета деталей и узлов из ПКМ;
- разработка методов неразрушающего контроля;
- продолжение и расширение исследований работоспособности деталей и узлов из ПКМ при комплексном воздействии эксплуатационных и климатических факторов;
- снижение стоимости армирующих волокон и ПКМ на их основе;
- повышение физико-механических свойств и эксплуатационной надежности ПКМ, в частности, за счет увеличения адгезии на границе раздела фаз.

Глава 1. СВОЙСТВА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Области применения полимерных материалов в строительстве чрезвычайно разнообразны. Их используют при производстве материалов для отделки стен и пола, погонажных изделий, сантехнического оборудования и полимерных труб, теплоизоляционных, кровельных, антикоррозионных и гидроизоляционных материалов, клеев и мастик, лаков и красок, полимербетонов и бетонополимеров, полимеррастворов, а также для модификации традиционных строительных материалов. Широкое применение полимеров в строительной индустрии обусловлено доступностью сырья для их производства и возможностью получения материалов с заранее заданным комплексом эксплуатационных свойств, а процесс их производства поддается полной механизации и автоматизации.

1.1. ПОЛИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В качестве *конструкционных материалов* в строительстве широко применяют различные виды полимербетонов и полимеррастворов, стекло-, базальто- и углепластики на основе реакционноспособных олигомеров. О продолжающемся замещении традиционных конструктивных строительных материалов полимерными свидетельствует рост спроса (6 % в год) на них в строительной индустрии. В России доля применения ПКМ в строительных конструкциях не превышает 0,01 % по сравнению с 4 % в развитых странах мира.

Российский рынок ПКМ характеризуется преобладающей долей использования в качестве армирующих наполнителей стеклянных волокон, объем потребления которых превышает 130 тыс. т в год, при этом 80 % стекловолокна импортируется. По прогнозам рост спроса на стекловолокна предусмотрен на уровне 6–8 % в год. Широкое применение стекловолокнистого наполнителя при производстве ПКМ обусловлено его сырьевой доступностью, низкой стоимостью и высокими прочностными характеристиками, термо- и пожаростойкостью, возможностью выпуска текстильных изделий на его основе в различных структурных формах тканой операции (полотняное, сетчатое, саржевое, сатиновое и объемное жаккардовое тканье, переплетения нитей других типов). Объем потребления базальтовых волокон составляет 8–9 тыс. т в год с ежегодным ростом спроса на 10–12 %. Углеродные волокна занимают небольшую долю рынка (250–300 т) волокнистых наполнителей. При этом стеклопластики являются самым доступным и недорогим ПКМ, сочетающим высокие физико-механические, термические и диэлектрические характеристики с небольшой плотностью и низкой теплопроводностью. Стеклопластики поддаются механической обработке, окрашиванию, нанесению различных покрытий. Их используют в промышленном и гражданском строительстве в качестве кровельных ламинатов и защитно-покровных материалов, стеновых панелей, витражей, санузлов, дверных и оконных профилей, облицовочных материалов, раздвижных конструкций.

Защитно-покровный слой в полносборных теплоизоляционных конструкциях предохраняет теплоизоляционный слой от воздействия атмосферных и агрессивных сред, механических повреждений. *Защитно-покровные материалы (ЗПМ)* должны обладать высокой прочностью, гибкостью и легкостью, стойкостью к длительному воздействию внутреннего нагрева, атмосферных осадков и агрессивных сред, быть экономичными и иметь эстетичный внешний вид.

При производстве полносборных теплоизоляционных конструкций в качестве полимерных ЗПМ применяют фенольные стеклопластики и текстолиты марок КАСТ-В (ГОСТ 10292-74), РСТ, ФСП и СТПЛ, обладающие высокими эксплуатационными показателями (табл. 1.1). Их используют для защиты тепловой изоляции технологической аппаратуры и трубопроводов диаметром от 48 до 630 мм, для всех видов прокладки, кроме бесканальной. Для покрытия тепловой изоляции трубопроводов диаметром до 300 мм применяют также пленки из вторичного ПВХ с рабочим интервалом температур от –30–40 до +60 °С. Стеклопластики и текстолиты применяют в помещении и на открытом воздухе, в грунте при канальной прокладке трубопроводов, а бумажнослоистые пластики — в помещениях на пожаро- и взрывоопасных объектах. Винил-

пластовая каландрированная пленка марки КПО (ГОСТ 16398-81) используется также на трубопроводах, подверженных прямому воздействию солнечных лучей.

Таблица 1.1

Основные физико-механические свойства, горючесть и долговечность полимерных защитно-покровных материалов

Материалы	Поверхностная плотность, кг/м ²	Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	Жесткость на 1 мм толщины, усл. ед	Водопоглощение за 24 ч, % мас., не более	Группа горючести	Расчетный срок службы в неагрессивных средах, г
Стеклотекстолит конструкционный марки КАСТ-В	0,5–1,0	280–295	4350	2–2,5	Умеренно горючий	$\frac{5-8}{8-10}$
Стеклопластик рулонный теплоизоляционный марки РСТ-Ф	0,2–0,37	25–30	2000–2500	1–3	Умеренно горючий РСТ-Ф, С, Б, Л; слабогорючий РСТ-Х	$\frac{6-8}{8-9}$
Стеклопластик фенольный покровный марок ФСП	0,5–0,7	100–200	500–1000	3	Слабогорючий	$\frac{6-8}{8-9}$
Стеклопластик покровный листовый марки СТПЛ	0,6–0,9	170–200	3500	2	Слабогорючий	$\frac{6-8}{8-9}$

Примечание. В числителе при эксплуатации вне помещения, в знаменателе — в помещении

Конструкционные материалы на основе реакционноспособных олигомеров (непредельных и эпоксидных олигомеров, полиуретанов) в строительной индустрии используют при производстве:

- ограждающих конструкций мостовых сооружений;
- армирования дорожных покрытий;
- композитной арматуры и арматурных сеток;
- опор освещения;
- ограждающих конструкций жилых и общественных зданий и сооружений;
- трубопроводов и емкостей для хранения агрессивных сред;
- профилей строительных конструкций и изготовления стеклопакетов.

Коррозия металлической арматуры в железобетонных конструкциях приводит к преждевременной потере несущей способности строительных конструкций, особенно при воздействии на них внешних агрессивных факторов. Повышение стойкости к коррозии бетонных конструкций, подвергающихся воздействию агрессивных сред, достигается за счет применения неметаллической стекло-, базальто- и углепластиковой композитной арматуры (АКП). Эксплуатационные характеристики АКП определяются видом использованного ровинга и химического строения полимерной матрицы, профилем боковой поверхности анкерочного слоя и диаметром композитной арматуры. При этом основные физико-механические характеристики АКП зависят прежде всего от химической природы армирующего волокна, использованного для производства композитной арматуры. Это обусловлено как небольшим содержанием (менее 25 мас. %), так и низким модулем упругости при растяжении полимерной матрицы.

Максимальными прочностью и модулем упругости при растяжении обладает углекомпозитная арматура (табл. 1.2), а минимальные физико-механические характеристики имеет арматура стеклокомпозитная (АСК). АКП можно использовать не только для армирования бетонных конструкций (стеновых панелей и фундаментных плит), но и для армирования толстостенных конструкций из ПКМ.

Физико-механические характеристики АКП диаметром 12 мм

Показатели	Вид композитной арматуры			
	Углеком- зитная	Комбини- рованная	Базальтоком- позитная	Стеклоком- позитная
Прочность, МПа, при: растяжении сжатии	1499,0 589,6	1117,1 –	1180,6 323,2	1086,4 329,8
Относительное удлинение при разрыве, %	1,00	1,87	2,22	2,23
Модуль упругости, ГПа, при: растяжении сжатии	140,9 56,3	62,9 –	53,2 17,9	48,8 19,4
Прочность сцепления с бето- ном, МПа	8,54	12,80	12,54	12,45

Перспективным направлением применения эпоксидных ПКМ, армированных углеродными, арамидными и базальтовыми волокнами или стекловолокном, является усиление каменных, металлических (стальных), бетонных и железобетонных конструкций. Достоинствами эпоксидных ПКМ являются их высокие прочность и модуль упругости при растяжении, низкая масса, технологичность, стойкость к воздействию внешних агрессивных факторов и способность повторять практически любые формы поверхности усиливаемой конструкции. К преимуществам использования эпоксидных ПКМ по сравнению с традиционными способами усиления строительных конструкций являются низкие затраты труда на проведение ремонтно-восстановительных работ, легкость транспортировки и изготовления усиливающих элементов требуемых размеров на месте выполнения работ, возможность усиления конструкций сложной геометрической формы, а также продолжение эксплуатации зданий и сооружений во время проведения работ по усилению.

При возведении зданий и сооружений для обустройства шпунтового ограждения, воспринимающего боковые нагрузки от находящегося за ним грунта, широко используют полимерные композиционные шпунты с поперечным сечением различной геометрической формы. Полимерные композитные шпунты применяют при сооружении портовых и гидротехнических зданий, подпорных стенок, для защиты водоемов и ограждения котлованов, траншей, откосов и склонов. Эффективно применение ПКМ при производстве различных сэндвич-панелей, в которых внешний и внутренний слой могут быть выполнены из стекло-, базальто- и углепластика. При этом толщину композита выбирают расчетным методом в зависимости от эксплуатационных характеристик используемых ПКМ. Ограждающие конструкции чаще всего производят на основе стекло-, базальто- или углепластиков, в качестве связующих используют полиэфирные и эпоксидные смолы. Токопроводимые ПКМ можно применять и для изготовления съемной опалубки для бетонирования строительных конструкций в зимних условиях.

1.2. ПОЛИМЕРНЫЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Отделочные материалы придают фасадам и интерьерам зданий и сооружений цветовую и архитектурную выразительность, а элементам зданий — заданную форму и рельеф поверхности. Они выполняют две функции: техническую, направленную на улучшение санитарно-гигиенических условий при эксплуатации зданий и сооружений, увеличение долговечности строительных конструкций, и декоративную, состоящую в повышении архитектурной выразительности зданий и их интерьеров.

В зависимости от соотношения указанных функций отделочные материалы классифицируют на обычные, специальные, декоративные или архитектурно-художественные. Специа-

ные отделочные материалы применяют главным образом в зданиях производственного назначения для защиты наружных и внутренних стен и колонн от воздействия воды, агрессивных жидкостей и газов.

Для отделки внутренних помещений жилых, административных, производственных и культурно-бытовых зданий используют отделочные материалы на основе:

– карбамидных и фенолформальдегидных связующих: древесно-стружечные плиты типа Р1 и Р2 (ГОСТ 10632-2014), древесноволокнистые плиты мокрого (ГОСТ 4598-2018) и сухого (ГОСТ 32687-2014) способов производства, декоративную (ГОСТ 14614-79 с Изменениями № 1, 2) и бакелизованную фанеру (ГОСТ 11539-2014), древесно-слоистые (ГОСТ 13913-78 с Изменениями № 1, 2, 3) и декоративные бумажно-слоистые (ГОСТ 9590-76 с Изменением № 1) пластики;

– поливинилхлорида: листы из непластифицированного ПВХ (ГОСТ 9639-71 с Изменениями № 2–5), облицовочные рельефные листы, декоративные панели «Полидекор», декоративная отдельная пленка типа ПДО и ПДСО (ГОСТ 24944-81 с Изменением № 1), пленки на бумажной подоснове (изоплен), вспененные пленки на бумажной подоснове «Пеноплен», отделочный материал «Винистен», декоративный рулонный материал на бумажной подоснове «Дивилон», вспененный материал на стеклохолсте, отделочный материал на бумажной подоснове «Полиплен»;

– полистирола: декоративные плиты «Полиформ».

Эффективными отделочными материалами являются изделия из древесно-полимерных композитов (ДПК). ДПК — высоконаполненные термопластичные полимеры, содержащие в качестве наполнителя 50–85 мас. % тонкоизмельченной древесины, отходы целлюлозно-бумажных производств, рисовую шелуху или различные отходы растительного происхождения. Для производства ДПК применяют первичные и вторичные полиолефины или поливинилхлорид. При этом большинство производителей отдает предпочтение полиэтилену низкого давления, так как ДПК на его основе имеют относительно невысокие стоимость и температуру переработки, они экологичны и морозоустойчивы. По сравнению с композиционными материалами на основе термоактивных (фенолформальдегидных) полимеров ДПК имеют ряд преимуществ: возможность изготовления строительных изделий любой формы и размеров, использование для их производства вторичных полимеров, а также экологическая безопасность для человека и окружающей среды.

ДПК устойчивы к атмосферным воздействиям, действию плесени и дереворазрушающих грибов, они не боятся перепада температур, в том числе перехода через ноль, требуют минимального ухода при эксплуатации. По сравнению с древесиной изделия из ДПК идеально ровные и гладкие, без сучков и заусенцев. Они легко подвергаются механической обработке обычным ручным или приводным инструментом.

В строительной индустрии применяют следующие изделия из ДПК: террасные доски, настилы, сайдинги, балюстрады, оконные и дверные профили, двери, подоконники, плинтусы, перила, перегородки, декоративные балки, кровли, заборы, а в дизайне — элементы садовой и парковой мебели.

Для *покрытия пола* используют разнообразные полимерные рулонные и плиточные изделия, а также полимерные мастики и полимерцементные составы для бесшовных покрытий. Классификацию материалов для покрытия пола гражданских и промышленных зданий и сооружений проводят по сырью, используемому для их производства, структуре, жесткости и внешнему виду изделий.

Среди рулонных полимерных материалов наиболее крупнотоннажными являются безосновный, много- и однослойный без подосновы поливинилхлоридный линолеум, однослойный маслобензостойкий, на тканевой подоснове (ГОСТ 7251-77 с Изменением № 1), вспененный на тканевой подоснове с печатной пленкой, со вспененным слоем и многоцветным рисунком, на теплозвукоизолирующей подоснове (ГОСТ 18108-2016), а также антипирированный с антистатическими свойствами без подосновы, алкидный линолеум марок А и Б, нитролинолеум

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru