

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ГУМАНИТАРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»

А. С. Багдасаров

ТЕХНОЛОГИЯ

ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИТНЫХ

МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Методические указания для самостоятельных работ
для студентов, обучающихся по направлению
подготовки 270800.62 Строительство

Черкесск
2014

УДК 67
ББК 38.6
Б14

Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Технология строительного производства и строительные материалы»

Протокол № 2. от 19.09.2014г.

Рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом СевКавГГТА

Протокол №8 от 29.12.2014г.

Рецензент: Кятов Н.Х. – канд. техн. наук, доцент, директор института Строительства и электроэнергетики СевКавГГТА

Б14 Багдасаров, А. С. Технология производства композитных материалов и изделий: методические указания для самостоятельных работ для студентов, обучающихся по направлению подготовки 270800.62 Строительство/ А. С. Багдасаров. – Черкесск: БиЦ СевКавГГТА, 2014. – 12 с.

Данные методические указания содержат основные положения и методики проектирования составов, технологии получения и исследования физико-технических свойств композитных строительных изделий, полученных на основе природного сырья и отходов промышленности. Предназначены для практических работ при подготовке бакалавров и для ИТР научно-исследовательских институтов и лабораторий предприятий промышленности строительных материалов, исследующих свойства композитных строительных изделий.

**УДК 67
ББК 38.6**

© Багдаров А.В., 2014
©ФГБОУ ВПО СевКавГГТА, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
1. Исследования по производству композитных материалов.....	
2. Актуальные вопросы производства композитных материалов.....	
3. Практика производства композитных материалов.....	
Литература.....	

ВВЕДЕНИЕ

Композитные материалы представляют собой металлические и неметаллические матрицы (основы) с заданным распределением в них упрочнителей (волокон, дисперсных частиц и др.); при этом композитные материалы позволяют эффективно использовать индивидуальные свойства составляющих композиции. По характеру структуры композитные материалы подразделяются на волокнистые, упрочнённые непрерывными волокнами и нитевидными кристаллами, дисперсноупрочнённые композиционные материалы, полученные путём введения в металлическую матрицу дисперсных частиц упрочнителей, слоистые композитные материалы, созданные путем прессования или прокатки разнородных материалов. Сплавы с направленной кристаллизацией эвтектических структур также представляют собой композитные материалы. Комбинируя объемное содержание компонентов, можно, в зависимости от назначения, получать композитные материалы с требуемыми значениями прочности, жаропрочности, модуля упругости, абразивной стойкости, а также создавать композитные материалы с необходимыми магнитными, диэлектрическими, радиопоглощающими и другими специальными свойствами. Композитные материалы своим прообразом имеют широко известный железобетон, представляющий собой сочетание бетона, работающего на сжатие, и стальной арматуры, работающей на растяжение.

1. Исследования по производству композитных материалов

Успешному развитию современных композитных материалов содействовали научные исследования и открытия второй половины XX века: разработка и применение в конструкциях волокнистых стеклопластиков, обладающих высокой удельной прочностью; открытие весьма высокой прочности, приближающейся к теоретической, нитевидных кристаллов и доказательства возможности использования их для упрочнения металлических и неметаллических материалов; разработка новых армирующих материалов – высокопрочных и высокомодульных непрерывных волокон бора, углерода, Al_2O_3 , SiC и волокон других неорганических тугоплавких соединений, а также упрочнителей на основе металлов.

В технике широкое распространение получили волокнистые композитные материалы, армированные высокопрочными и высокомодульными непрерывными волокнами, в которых армирующие элементы несут основную нагрузку, тогда как матрица передаёт напряжения волокнам. Волокнистые композитные материалы, как правило, анизотропны. Механические свойства композитных материалов определяются не только свойствами самих волокон, но и их ориентацией, объёмным содержанием, способностью матрицы передавать волокнам приложенную нагрузку и др. Диаметр непрерывных волокон углерода, бора, а также тугоплавких соединений (B_4C , SiC и др.) обычно составляет 100-150 мкм.

Важнейшими технологическими методами изготовления композитных материалов являются: пропитка армирующих волокон матричным материалом; формование в пресс-форме лент упрочнителя и матрицы, получаемых намоткой; холодное прессование обоих компонентов с последующим спеканием; электрохимическое нанесение покрытий на волокна с последующим прессованием; осаждение матрицы плазменным напылением на упрочнитель с последующим обжатию; пакетная диффузионная сварка монослойных лент компонентов; совместная прокатка армирующих элементов с матрицей и другие. Композитные материалы в конструкциях, требующих наибольшего упрочнения, характеризуются расположением армирующих волокон по направлению приложенной нагрузки. Цилиндрические изделия и другие тела вращения (например,

сосуды высокого давления), в основе которых лежат композитные материалы, армируют волокнами, ориентируя их в продольном и поперечном направлениях. Увеличение прочности и надежности в работе цилиндрических корпусов, а также уменьшение их массы достигается внешним армированием узлов конструкций высокопрочными и высокомодульными волокнами, что позволяет повысить в 1,5-2 раза удельную конструктивную прочность корпусов из композитных материалов по сравнению с цельнометаллическими корпусами.

Весьма перспективны композитные материалы, армированные нитевидными кристаллами (усами) керамических, полимерных и др. материалов. Размеры усов обычно составляют от долей до нескольких мкм по диаметру и примерно 10-15 мм по длине.

Разрабатываются композитные материалы со специальными свойствами, например радиопрозрачные и радиопоглощающие материалы, композитные материалы для тепловой защиты орбитальных космических аппаратов, композитные материалы с малым коэффициентом линейного термического расширения и высоким удельным модулем упругости и другие.

Области применения композитных материалов многочисленны: кроме авиационно-космической, ракетной и других специальных отраслей техники, композитные материалы успешно применяются в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в энергетическом турбостроении, в автомобильной промышленности – для деталей двигателей и кузовов автомашин; в машиностроении – для корпусов и деталей машин; в химической промышленности – для автоклавов, цистерн, аппаратов сернокислотного производства, ёмкостей для хранения и перевозки нефтепродуктов, в железнодорожном строительстве и в быту.

2. Актуальные вопросы производства композитных материалов

В большинстве композитных материалов (КМ) (за исключением слоистых) компоненты можно разделить на матрицу (или связующее) и включённые в неё армирующие элементы (или наполнители). В композитах конструкционного назначения армирующие элементы обычно обеспечивают необходимые механические характеристики материала (прочность, жёсткость

и т. д.), а матрица обеспечивает совместную работу армирующих элементов и защиту их от механических повреждений и агрессивной химической среды.

Механическое поведение композиции определяется соотношением свойств армирующих элементов и матрицы, а также прочностью связей между ними. Характеристики создаваемого изделия, как и его свойства, зависят от выбора исходных компонентов и технологии их совмещения.

В результате совмещения армирующих элементов и матрицы образуется композиция обладающая набором свойств, отражающими не только исходные характеристики его компонентов, но и включающий новые свойства, которыми изолированные компоненты не обладают. В частности, наличие границ раздела между армирующими элементами и матрицей существенно повышает трещиностойкость композитных материалов в отличие от однородных материалов. Повышение статической прочности приводит не к снижению, а, как правило, к повышению характеристик вязкости разрушения.

Для создания композиции используются самые разные армирующие наполнители и матрицы. Это – гетинакс и текстолит (слоистые пластики из бумаги или ткани, склеенной термореактивным клеем), стекло - и графитопласт (ткань или намотанное волокно из стекла или графита, пропитанные эпоксидными клеями), фанера. Есть материалы, в которых тонкое волокно из высокопрочных сплавов залито алюминиевой массой. Булат — один из древнейших композиционных материалов. В нём тончайшие слои (иногда нити) высокоуглеродистой стали «склеены» мягким низкоуглеродным железом.

В последнее время материаловеды экспериментируют с целью создать более удобные в производстве, а значит — и более дешёвые материалы. Исследуются саморастущие кристаллические структуры, склеенные в единую массу полимерным клеем (цементы с добавками водорастворимых клеев), композиции из термопласта с короткими армирующими волокнами.

Композиты обычно классифицируются по виду армирующего наполнителя:

волокнистые (армирующий компонент — волокнистые структуры);

слоистые;

наполненные пластики (армирующий компонент — частицы)

насыпные (гомогенные),

скелетные (начальные структуры, наполненные связующим).

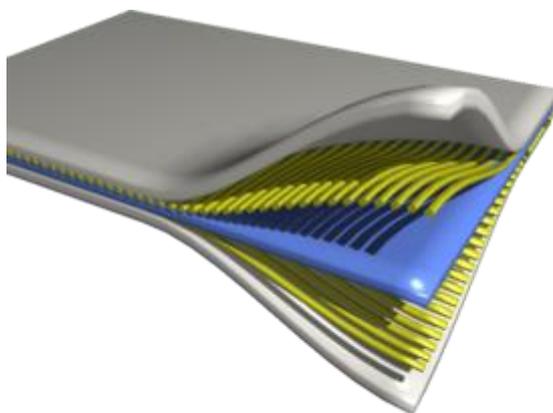
Также композиты иногда классифицируют по материалу матрицы:

композиты с полимерной матрицей,

композиты с керамической матрицей,

композиты с металлической матрицей,

композиты оксид-оксид.



Принципиальная структура композитного материала.

Главное преимущество КМ в том, что материал и конструкция создается одновременно.

Стоит сразу оговорить, что КМ создаются под выполнение данных задач, соответственно не могут вмещать в себя все возможные преимущества, но, проектируя новый композит, исследователь волен задать ему характеристики значительно превосходящие характеристики традиционных материалов при выполнении данной цели в данном механизме, но уступающие им в каких-либо других аспектах. Это значит, что КМ не может быть лучше традиционного материала во всём, то есть для каждого изделия исследователь проводит все необходимые расчёты и только потом выбирает оптимум между материалами для производства.

Недостатки композитных материалов.

Композитные материалы имеют достаточно большое количество недостатков, которые сдерживают их распространение.

Высокая стоимость КМ обусловлена высокой наукоёмкостью производства, необходимостью применения специального дорогостоящего оборудования и сырья, а следовательно развитого промышленного

производства и научной базы страны. Но в случае изделий сложной формы, коррозионно-стойких изделий, высокопрочных диэлектрических изделий композиты оказываются в выигрыше.

Анизотропия — зависимость свойств КМ от выбора направления измерения. Например, модуль упругости однонаправленного углепластика вдоль волокон в 10-15 раз выше, чем в поперечном.

Для компенсации анизотропии увеличивают коэффициент запаса прочности, что может нивелировать преимущество КМ в удельной прочности. Таким примером может служить опыт применения КМ при изготовлении вертикального оперения истребителя МиГ-29. Из-за анизотропии применявшегося КМ вертикальное оперение было спроектировано с коэффициентом запаса прочности кратно превосходящим стандартный в авиации коэффициент 1,5, что в итоге привело к тому, что композитное вертикальное оперение МиГ-29 оказалось равным по весу конструкции классического вертикального оперения, сделанного из дюралюминия.

Тем не менее, во многих случаях анизотропия свойств оказывается полезной. Например трубы, работающие при внутреннем давлении испытывают в два раза большие разрывающие напряжения в окружном направлении по сравнению с осевым. Следовательно труба не должна быть равнопрочной во всех направлениях. В случае композитов это условие легко обеспечить, увеличив вдвое армирование в окружном направлении по сравнению с осевым.

Низкая ударная вязкость также является причиной необходимости повышения запаса прочности. Кроме этого, низкая ударная вязкость обуславливает высокую повреждаемость изделий из КМ, высокую вероятность возникновения скрытых дефектов, которые могут быть выявлены только инструментальными методами контроля.

Высокий удельный объем является существенным недостатком при применении КМ в областях с жесткими ограничениями по занимаемому объёму.

Композиционные материалы гигроскопичны, то есть склонны впитывать влагу, что обусловлено несплошностью внутренней структуры

КМ. При длительной эксплуатации и многократном переходе температуры через 0 по Цельсию вода, проникающая в структуру КМ, разрушает изделие из КМ изнутри (эффект по природе аналогичен разрушению автомобильных дорог в межсезонье).

КМ могут впитывать также другие жидкости, обладающие высокой проникающей способностью, например, авиационный керосин.

При эксплуатации КМ могут выделять пары, которые часто являются токсичными. Если из КМ изготавливают изделия, которые будут располагаться в непосредственной близости от человека, то для одобрения применяемых при изготовлении КМ материалов требуются дополнительные исследования воздействия компонентов КМ на человека.

3. Практика производства композитных материалов

Области применения композитных материалов

Товары широкого потребления.

Железобетон — один из старейших и простейших композитных материалов

Удилища для рыбной ловли из стеклопластика и углепластика

Лодки из стеклопластика

Автомобильные покрышки

Металлокомпозиты

Композиты надёжно обосновались в спорте: для высоких достижений нужны высокая прочность и малый вес, а цена в этом случае особой роли не играет.

Велосипеды

Оборудование для горнолыжного спорта — палки и лыжи

Хоккейные клюшки и коньки

Байдарки, каноэ и вёсла к ним

Детали кузовов гоночных автомобилей и мотоциклов

Шлемы

В медицине - материал для зубных пломб.

Пластиковая матрица служит для хорошей заполняемости, наполнитель из стеклянных частиц повышает износостойкость.

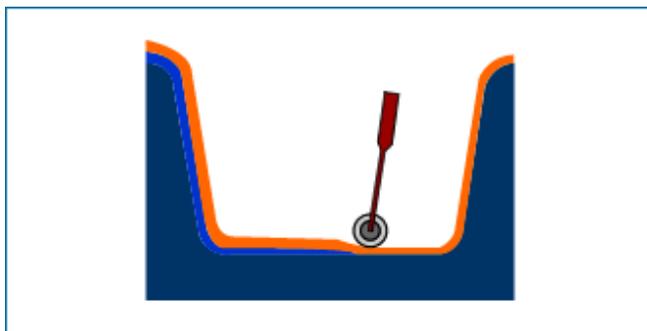
В машиностроении композитные материалы широко применяются для

создания защитных покрытий на поверхностях трения, а также для изготовления различных деталей двигателей внутреннего сгорания (поршни, шатуны).

В авиационной и ракетной отрасли.

Технологии изготовления стеклопластиков

Ручное формование



метод ручного формования

Благодаря незначительным капиталовложениям, изготовление стеклопластика по технологии контактного формования находит широкое применение при изготовлении изделий из стеклопластика единичными экземплярами и малыми партиями.

Суть метода изготовления стеклопластика контактным формованием состоит в следующем: на подготовленную определённым способом оснастку (матрицу) наносится защитно-декоративный слой - гелькоут. Методика нанесения гелькоута - вручную кистью или распылителем для гелькоута GS-120. Гелькоут формирует наружную поверхность будущего изделия из стеклопластика. Гелькоуты имеют широкую палитру цветов, поэтому внешний вид изделия из стеклопластика может иметь практически любой цвет. Кроме того, гелькоут предохраняет изделие из стеклопластика от пагубного влияния ультрафиолета, химически активных сред. После высыхания гелькоута происходит изготовление стеклопластика (формовка изделия из стеклопластика). Вначале в матрицу укладывается предварительно раскроенный стеклянный материал: стеклоткань, стекломат или другой тип армирующего наполнителя, выбор которого зависит от требований, предъявляемых к изделию из стеклопластика. Затем, при помощи мягкого валика или кисти, стекломат или стеклоткань пропитывается связующим – смесью полиэфирная смола и отвердитель. В

общепринятом смысле, стеклопластик – это композитный материал, состоящий из следующей смеси: полиэфирная смола, отвердитель, стеклоткань или стекломат.

Последний этап – прикатка еще не отвержденного стеклопластика (ламината) жестким валиком для удаления пузырьков воздуха из него. После отверждения стеклопластика, готовое изделие из стеклопластика извлекается из формы и подвергается механообработке: обрезка облоя - излишков стеклопластика или отвержденной полиэфирной смолы по краям изделия; высверливание отверстий и т.д. К преимуществам ручного изготовления стеклопластика можно отнести:

Относительно небольшая стоимость оснастки для изготовления стеклопластика.

Незначительная стоимость оборудования для изготовления стеклопластика (распылитель, валики, кисти).

Недостатки метода:

Значительное количество ручного труда при изготовлении изделия из стеклопластика.

Предварительный раскрой стеклоткани, стекломата или другого стеклянного материала.

Предварительная подготовка смеси полиэфирная смола - отвердитель.

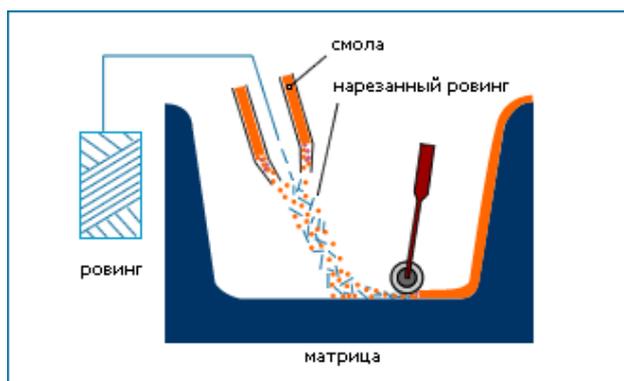
Качество конечного изделия из стеклопластика зависит от мастерства исполнителя.

Относительно большое время изготовления изделия из стеклопластика.

Низкая скорость обрабатываемости оснастки.

Большое количество отходов: полиэфирная смола на стенках емкости для смешивания, валиках, кистях; обрезки стеклоткани или стекломата при раскросе, обрезки облоя и т.д.

Напыление



напыление

Технология производства стеклопластика напылением получила распространение при мелко и среднесерийном производстве изделий из стеклопластика, а также при производстве крупных изделий из стеклопластика, таких как корпуса катеров, лодок, яхт, кабины автотранспорта, железнодорожных вагонов.

Несмотря на то, что в данном случае подразумеваются определённые затраты на закупку специализированного оборудования для производства стеклопластика, технология производства стеклопластика напылением имеет ряд преимуществ перед технологией производства стеклопластика ручным формованием. Нанесение гелькоута и стеклопластика осуществляется с помощью специального оборудования фирмы Glas-Craft. Гелькоут: G2 или INDy GEL, стеклопластик: LPA Spray Up или INDy Chopper System. При этом отпадает необходимость в предварительном раскрое стеклоткани или стекломата и приготовлении смеси полиэфирная смола - отвердитель, резко сокращается доля ручного труда при производстве изделия из стеклопластика. Оборудование для производства стеклопластика напылением автоматически осуществляет жёсткую дозацию полиэфирной смолы и отвердителя, рубку ровинга (жгут из нитей непрерывного стекловолокна) на части заданных размеров (чопсы, длина 0,8 - 5 см). При таком производстве стеклопластика отсутствуют отходы полиэфирной смолы, характерные для приготовления смеси полиэфирная смола - отвердитель вручную. После рубки части стекловолокна попадают в струю полиэфирной смолы из распылительного пистолета и пропитываются ею во время переноса на матрицу. Преимущества технологии производства стеклопластика напылением:

Не требуется раскрой стекломата и подготовка смеси полиэфирная смола – отвердитель, что позволяет экономить время, полезные площади, работу персонала.

Существенно сокращаются производственные площади из-за снижения числа специально оборудованных мест для производства стеклопластика.

Увеличивается скорость производства изделия из стеклопластика.

Упрощается контроль над качеством изделий из стеклопластика.

Экономится фонд заработной платы при производстве стеклопластика.

Снижается себестоимость конечного изделия из стеклопластика, так

как стеклянный ровинг – наиболее дешевый материал из стекла.

Существенно снижается количество отходов – т.к. используется ровно столько полиэфирной смолы и стекла, сколько нужно для производства изделия из стеклопластика.

Качество конечного изделия из стеклопластика в основном зависит от мастерства оператора установки по производству стеклопластика напылением. Оснастка при производстве стеклопластика напылением используется та же, что и при производстве стеклопластика ручным формованием.

Практика показала, что производители стеклопластика выбирают технологию производства стеклопластика напылением после освоения ручного производства стеклопластика и расширения стеклопластикового производства.

Намотка

Технология намотки применяется при изготовлении из стеклопластика тел вращения: стеклопластиковых труб для нефтегазовой, химической промышленности, газоотводящих стеклопластиковых труб, стеклопластиковых цистерн для хранения и транспортировки химически активных продуктов, воды, горюче смазочных материалов. Полученные при намотке стеклопластиковые трубы и емкости имеют ряд преимуществ перед аналогичными изделиями из традиционных материалов. В первую очередь это: высокая прочность при малом собственном весе, что значительно снижает издержки по транспортировке, погрузочно-разгрузочным операциям и монтажным работам; высокая надёжность в эксплуатации при t° от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$; высокая атмосферостойкость, химостойкость, неподверженность коррозии и гниению; фланцевое или муфтовое соединение, что исключает затраты на сварочные работы при монтаже.

Оборудование для изготовления стеклопластиковых труб, емкостей и других тел вращения по технологии намотки состоит из следующих составляющих:

секция подачи стеклянного ровинга, установка для приготовления связующего: смесь полиэфирная смола - катализатор или другой тип связующего, ванна с связующим - катализированной полиэфирной смолой или другим типом смолы, через которую проходят и смачиваются нити

ровинга, секция намотки с валами вращения, размер которых определяет диаметр конечного изделия из стеклопластика, органы управления оборудованием для намотки.

Примечание: для приготовления связующего из любого типа смол (полиэфирная смола, винилэфирная смола, фенольная смола, эпоксидная смола) может использоваться оборудование для изготовления стеклопластика по технологии инъекции смолы в закрытую матрицу. Стоимость оснастки и оборудования намотки для изготовления стеклопластиковых труб, резервуаров и других емкостей значительно зависит от метода намотки и диаметра изготавливаемого изделия из стеклопластика.

Технология производства композитных бетонов.

Процесс приготовления композитной бетонной смеси состоит из следующих операций:

- дозирование составляющих исходных материалов;
- приготовление и введение необходимых добавок и наполнителей;
- перемешивание смеси в заданном режиме и выдача готового композитного бетона.

Для дозирования исходных материалов применяют автоматические или полуавтоматические дозаторы. Перемешивание смеси производят механизированным путем в специальных смесителях.

Приготовление композитной бетонной смеси выполняют по двум технологическим схемам:

- по законченной технологии;
- по расчлененной технологии.

В первом случае получают готовую композитную массу. Во втором случае получают сухую композитную массу.

В зависимости от технологических условий и возможности размещения необходимого оборудования технология производства композитного бетона возможна по двум схемам:

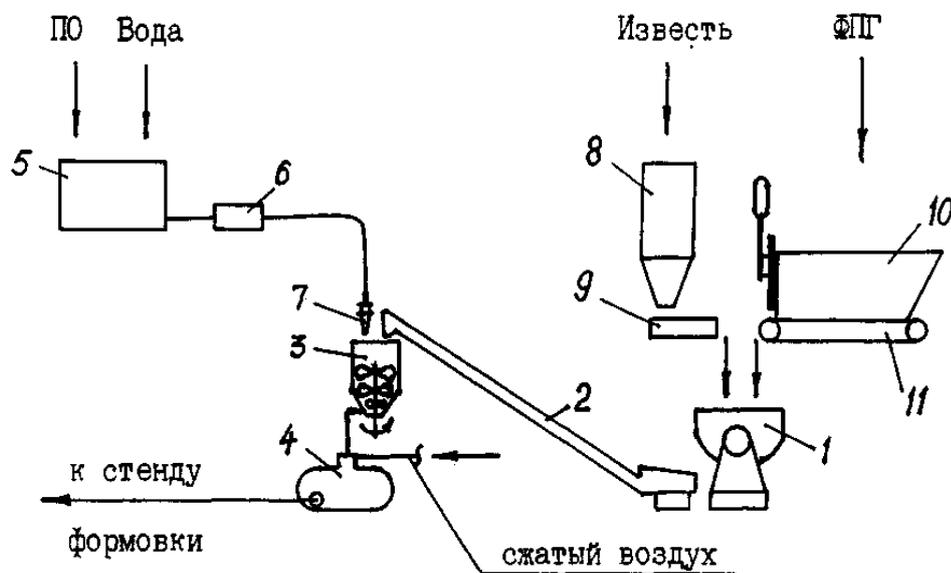
- одноступенчатая (вертикальная схема);
- двухступенчатая (партерная схема).

При одноступенчатой схеме исходные материалы подают вверх в расходные бункера, а оттуда они перемещаются вниз гравитационно, под действием собственной массы. При этом площадь участка под оборудование будет минимальной.

Двухступенчатая схема обеспечивает меньшую высоту размещения оборудования, но при этом увеличивается площадь участка размещения оборудования.

Например, рассмотрим технологические схемы производства композитного пенобетона и композитных прессованных изделий.

Технологическая схема производства композитного пенобетона



- 1 - смеситель СГК-100; 2 - конвейер ленточный; 3 – вертикальный смеситель;
 4 - пневмотранспортная установка СО-126; 5 - бак водного раствора пенообразователя;
 6 - насос; 7 - пеногенератор; 8, 10 – бункера исходных материалов;
 9 - весовой дозатор; 11 - ленточный транспортёр.

Исходные материалы в заданном соотношении подаются в смеситель (1), где производится первая стадия механо-химической активации.

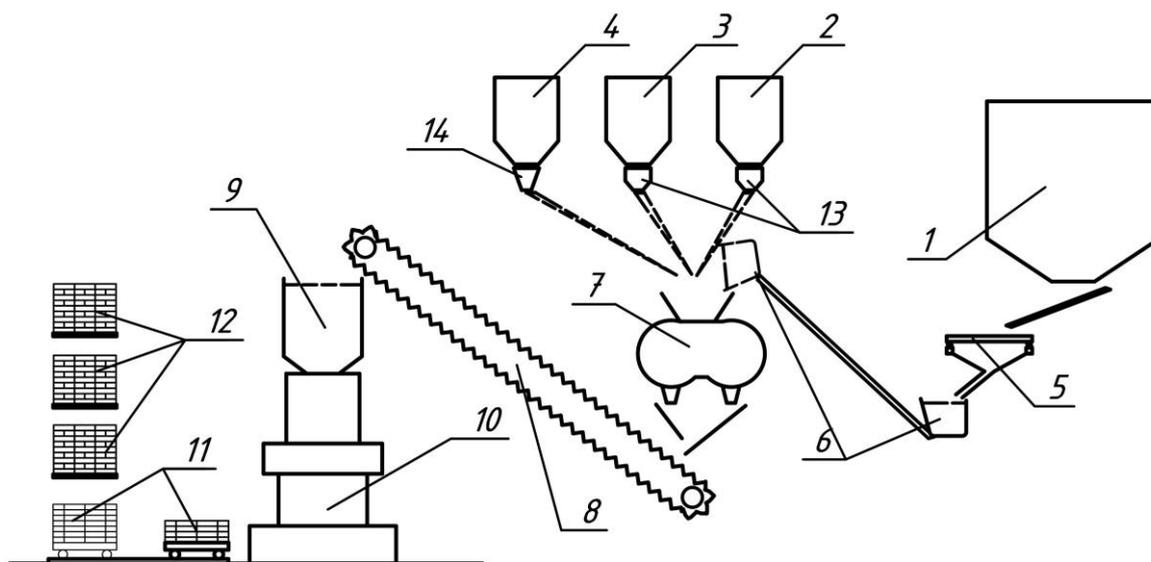
Активированная смесь ленточным конвейером (2) подаётся в вертикальный смеситель (3) для второй стадии активации.

Из бака (5) водный раствор пенообразователя подаётся в пеногенератор (7) для приготовления низкократной пены, которая поступает в смеситель (3) и перемешивается с исходными материалами до получения однородной, мелкопористой композитной массы.

Композитная масса поступает в пневмотранспортную установку (4) для заливки в формы или в опалубку.

Изделия поступают на проветриваемый склад готовой продукции и хранятся при положительной температуре.

Технологическая схема производства композитных прессованных изделий



Технологическая схема процесса производства композитных прессованных мелкоштучных изделий на основе фосфогипса

- 1- бункер-накопитель высушенного до оптимальной влажности фосфогипса; 2, 3 и 4 - то же, соответственно для извести-пушенки, вяжущего и воды; 5 - сеялка; 6 - Дозатор инертный скиповой; 7 - двухвальный смеситель; 8 - ленточный транспортер; 9 - расходный бункер пресса; 10 - гидравлический пресс; 11 - тележка со свежеотформованными изделиями; 12 - поддоны с готовой продукцией на складе; 13 - весовые дозаторы; 14 - жидкостный дозатор.

Производство изделий включает в себя дозирование исходных компонентов (подготовленный фосфогипс, нейтрализующая добавка, соответствующее вяжущее, при необходимости замедлитель твердения вяжущего), приготовление формовочной смеси и формование изделий в пресс-формах под давлением.

В технологии производства композитного прессованного стенового материала можно выделить следующие этапы:

- подготовка исходных компонентов (сушка фосфогипса, гашение извести, приготовление нейтрализующей и замедляющей добавки);
- приготовления смеси и формования изделия.
- складирование и хранение готовой продукции.

Второй этап производства имеет узел подготовки фосфогипса, который включает в себя бункер высушенного фосфогипса (поз.1), сеялку (поз. 5), дозатор инертный скиповой (поз. 6), бункер нейтрализующей добавки (поз.2) с весовым дозатором (поз. 13). В случае использования негашеной извести в качестве нейтрализующей добавки рекомендуется ее предварительное гашение в гасильном барабане или силос-реакторе.

Узел приготовления сырьевой смеси представлен двухвальным

смесителем (поз. 7), в котором предварительно перемешиваются с истиранием в течение 8 – 10 мин фосфогипс и известь-пушонка для нейтрализации водорастворимых кислых примесей; бункерами для вяжущего и воды (поз. 3 и 4) с весовым и жидкостным дозаторами соответственно (поз. 13 и 14). После нейтрализации в смеситель вводится вяжущее и перемешивание продолжается в течение 1 – 2 мин. Для дозирования сыпучих компонентов смеси используются весовые дозаторы с ленточным конвейером, обеспечивающие точность дозирования до $\pm 1\%$. Требуемое минимальное количество материалов в расходных бункерах для обеспечения технологического процесса регистрируется показателями уровня. Дозирование компонентов производится из расчета на 1 замес. Объем замешиваемой смеси определяется производительностью пресса и жизнеспособностью смеси.

Узел формования и прессования мелкоштучных стеновых изделий включает ленточный транспортер (поз. 8) для подачи готовой сырьевой смеси плотностью 900...1000 кг/м³ и влажностью 16 – 18% в расходный бункер пресса (поз. 9). Производится засыпка пресс-форм. Специальные операции по разравниванию и заглаживанию смеси не производятся, так как распределение и уплотнение смеси, калибровка и формование изделий, придание им гладкой поверхности осуществляется при прессовании. Прессование выполняется гидравлическим прессом (поз. 10) под давлением 20 – 25 МПа в две стадии. Продолжительность цикла одной формовки зависит от технических характеристик применяемого пресса. После прессования свежетоформованные изделия укладываются на тележки (поз. 11) на рельсовом ходу и перемещаются на склад готовой продукции, где их упаковывают на поддоны (поз. 12) и отправляют потребителю.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Материаловедение в строительстве [Текст]: учеб. пособие / И. А. Рыбьев, Е. П. Казеннова, Л. Г. Кузнецова, Т. Е. Тихомирова, под ред. И.А. Рыбьева.- М.: Академия, 2008.- 528 с.

Рыбьев, И. А. Строительное материаловедение [Текст]: учеб. пособие / И. А. Рыбьев.- М.: Высш. шк., 2003.- 701 с.

Кербер, М. Л. Полимерные композиционные материалы. Структура. Свойства. Технологии./ М. Л. Кербер. — СПб.: Профессия, 2008. — 560 с.

Васильев, В. В. Механика конструкций из композиционных материалов./ В. В. Васильев. — М.: Машиностроение, 1988. — 272 с.

Багдасаров Александр Сергеевич

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Методические указания для самостоятельных работ
для студентов, обучающихся по направлению
подготовки 270800.62 Строительство

Корректор Чагова О. Х.
Редактор Батчаева Д. Р.

Сдано в набор 02.12.2014г.
Формат 60x84/16
Бумага офсетная
Печать офсетная
Усл. печ. л. 1,16
Заказ № 1623
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен в Библиотечно-издательском
центре СевКавГГТА
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ



КОНКУРС
«КАДРЫ ДЛЯ РЕГИОНОВ»

**СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ГУМАНИТАРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ**

Багдасаров А. В.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

Методические указания для самостоятельных работ
для студентов, обучающихся по направлению
подготовки 270800.62 Строительство

Черкесск
2014

