Уважаемые студенты Изучите лекцию и Нарисуйте схему «Технология производства гипсовой сухой штукатурки.»

**ИСКУССТВЕННЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ (МИНЕРАЛЬНЫХ) ВЯЖУЩИХ**

 В эту группу входят искусственные каменные необожженные изделия, которые получают из растворных или бетонных смесей на основе минеральных вяжущих веществ в процессе их формования и последующего затвердевания. В качестве заполнителей применяют кварцевый песок, пемзу, шлак, золу, древесные опилки. Для повышения прочности изделий на изгиб их армируют, используя для этой цели волокнистые материалы — асбест, древесину (в виде шерсти, дробленых отходов), бумажную макулатуру, листовую бумагу и др.

**Искусственные каменные изделия можно разделить на следующие четыре группы по виду минерального вяжущего:**

1) гипсовые и гипсобетонные;

2) силикатные, получаемые на основе извести с кремнеземистыми заполнителями;

3) на основе магнезиальных вяжущих;

4) асбестоцементные, изготовляемые на основе портландцемента с добавкой асбеста.

 **1. ГИПСОВЫЕ И ГИПСОБЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ**

I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Изделия на основе гипса можно получать как из гипсового теста, т. е. из смеси гипса и воды, так и из смеси гипса, воды и заполнителей. В первом случае изделия называют гипсовыми, а во втором — гипсобетонным.

Вяжущими для изготовления гипсовых и гипсобетонных изделий в зависимости от их назначения служат строительный или высокопрочный гипс, водостойкие гипсоцементно-пуццолановые смеси, а также ангидритовые цементы. В качестве заполнителей в гипсобетоне применяют кварцевый песок, пемзу, туф, топливные и металлургические шлаки, а также легкие пористые заполнители промышленного изготовления (шлаковая пемза, керамзитовый гравий, агломерат и др.). Органическими заполнителями (их называют еще наполнителями) являются древесные опилки, стружка или Шерсть, бумажная макулатура, стебли или волокно камыша, льняная костра и др.

Для получения высокопористых теплоизоляционных гипсовых изделий (газогипса) в состав гипсовой массы вводят газообразующие добавки— разбавленную серную кислоту, углекислый кальций, едкий натр и перекись водорода, при взаимодействии которых с гипсом выделяется газ, вспучивающий гипсовую массу

Основное назначение наполнителей — сократить расход вяжущих материалов при изготовлении изделий, т. е. снизить их себестоимость. Наполнители вводят также для снижения или увеличения веса изделий, улучшения гвоздимости, уменьшения хрупкости, повышения тепло- и звукоизоляционных свойств. На основные виды заполнителей установлены государственные стандарты и технические условия, в которых приведены нормы требований и важнейшие качественные показатели материалов.

Наряду с рядом положительных технических свойств гипс обладает значительной хрупкостью, что особенно сказывается при использовании тонкостенных листовых материалов и изделий (гипсовая сухая штукатурка). Для устранения хрупкости изделия искусственно упрочняют армирующими материалами (волокнистыми), вводимыми в состав формовочной массы или являющимися частями конструкции самого изделия. Например, в гипсовой сухой штукатурке роль - арматуры выполняет внешняя картонная оболочка, в прокатных перегородочных гипсобетонных панелях — каркас из деревянных реек. Арматурой могут также являться металлические стержни, проволока или сетка, однако при этом следует иметь в виду, что стальная арматура в гипсовых изделиях подвергается коррозии, поэтому ее нельзя применять без защитного слоя. Кроме такого способа армирования существует и другой, при котором армирующий материал в виде органического волокна равномерно распределяется в самой формовочной массе.

Гипсовые и гипсобетонные изделия по своему назначению подразделяются на следующие виды: панели и плиты перегородочные, панели для основания пола, листы обшивочные (гипсовая сухая штукатурка), плиты теплоизоляционные, камни для наружных стен, изделия для перекрытий, изделия огнезащитные, архитектурные детали. Изделия из гипса могут быть сплошными и пустотелыми, армированными и неармированными.

Гипсовые изделия имеют сравнительно небольшой объемный вес, они несгораемые и обладают рядом других ценных свойств, например звукоизоляционными. К числу недостатков их следует отнести: значительное понижение прочности при увлажнении, высокую ползучесть под нагрузкой, особенно при увлажнении. Поэтому изделия на основе гипса можно применять только в условиях, исключающих систематическое увлажнение, и в помещениях с относительной влажностью воздуха не более 60%- Для повышения влаго- и водостойкости изделий их покрывают водонепроницаемыми защитными красками или пастами (масляными, казеиновыми), а также добавляют к гипсу молотый доменный гранулированный шлак, пуццолановый портландцемент. В последнем случае получают довольно водостойкие гипсовые изделия на вяжущем, называемом гипсо-цемеитно-пуццолановым.

Гипсовые и гипсобетонные изделия формуются различными способами: литьем, вибрированием, прессованием, прокатом, в процессе которых изделия быстро приобретают значительную прочность. Технологический процесс производства изделий из гипсовых или гипсобетонных смесей принципиально не отличается от рассмотренного в главе VII процесса производства железобетонных изделий для сборного строительства.

**Основными операциями являются:**

дозирование всех компонентов формовочной массы (вяжущего, заполнителей, воды и материалов, регулирующих сроки схватывания гипса);

приготовление растворной или бетонной смеси; формование изделий;

твердение изделии — сушка до воздушно-сухого состояния.

Среди гипсовых строительных изделий наибольшее распространение получили панели и плиты для перегородок, сухая штукатурка, вентиляционные блоки и др.

**2. ГИПСОБЕТОННЫЕ ПАНЕЛИ ДЛЯ ПЕРЕГОРОДОК**

Гипсобетонные панели применяют для устройства ненесущих перегородок в жилых, общественных и производственных зданиях с относительной влажностью воздуха, не превышающей 60%. Для жилищного строительства панели изготовляют как сплошными, так и с проемами для дверей и фрамуг размером на комнату, высотой до 3 и длиной до 6 м и толщиной 80 и 100 мм. Прочность при сжатии гипсобетонных панелей должна быть не менее 35 кг/см2, влажность панелей в поверхностных слоях на глубине до 2 см при отпуске потребителю — не более 8%.

К гипсовым крупноразмерным изделиям относятся перегородочные плиты и панели, получаемые из гипсобетонных и гипсоволокнистых масс, панели для санитарных узлов и кабин, получаемые на основе водостойкого гипсоцементно-пуццоланового вяжущего, плиты для настила полов под линолеум, вентиляционные блоки и др.

К перегородочным панелям предъявляются в основном требования звукоизоляции и прочности. Им отвечает гипсобетон с объемным весом 1250—1400 кг/м3, получаемый при равных соотношениях по объему гипса, песка и опилок (1:1:1). Заполнителями также могут явиться шлак, зола, сечка соломы, камыш и другие материалы. Панели из гипсобетона изготовляют методом непрерывного формования на прокатных станах и в кассетах. При горизонтальном способе формования гипсобетонные плиты и панели делают на прокатных станах и поворотных стендах. Производство крупноразмерных гипсобетонных перегородочных панелей методом непрерывного проката получило особо широкое применение, так как этот способ имеет самые высокие технико-экономические показатели. Схема производства по этому методу представлена на рис. 87. Гипсобетонную смесь непрерывно приготовляют в дозировочно-смесительном отделении формовочного цеха, где имеется четыре бункера; два для гипса и по одному для песка и опилок. Получение высококачественных изделий из гипсобетона достигается тщательным смешиванием всех его компонентов, для чего в производстве перегородочных панелей применяют двухступенчатое смешение материалов, причем первое (сухое) смешение отдозированных материалов осуществляется в приемном лотке. Корпус его имеет конусообразную суживающуюся книзу форму, металлическая крышка плотно закрывается. Внутри корпуса вращается вертикальная лопастная мешалка, смешивающая гипс, опилки и песок и одновременно транспортирующая сухую смесь в бетономешалку непрерывного действия для вторичного перемешивания смеси с водой и замедлителем схватывания. Приготовленная гипсобетонная масса поступает для формования на прокатную установку.

Процесс изготовления панелей включает следующие операции. Заранее приготовленные из деревянных реек арматурные каркасы укладывают на ленту прокатного стана и подают ее к шнеку-укладчику бетонной смеси, равномерно распределяющему по ширине панели гипсобетонную массу. Под шнеком-укладчиком лента опирается на балку с двумя периодически включающимися вибраторами, что обеспечивает лучшее распределение массы. На прокатном стане гипсобетонной массе придается форма готовой панели. Принцип действия стана основан на том, что гипсобетонная масса, равномерно распределенная между резиновыми лентами двух движущихся в одном направлении с одинаковой скоростью транспортеров (нижнего, несущего реечный каркас, и верхнего, уплотняющего и сглаживающего массу), проходит через щель между прокатными (калибрующими) валками, которые прессуют массу и придают панели окончательные размеры по толщине. Калибрующие валки не соприкасаются с гипсобетоном, так как находятся под нижней и под верхней лентами транспортера. При дальнейшем движении панели между нижней и верхней лентами, а затем на одной нижней ленте гипсобетонная масса схватывается. Сформованная панель поступает на обгонный рольганг, движущийся со скоростью, большей, чем панель на стане. Рольганг транспортирует панель на опрокидыватель (кантователь), который поворачивается на угол 85°. Панель снимается и устанавливается в кассетную сушильную вагонетку и на ней поступает в туннельные сушилки. Сушат панели дымовыми газами или нагретым воздухом, температура теплоносителя при входе 110—130° С, длительность сушки 20—26 ч. Высушенные панели сразу же отправляют автопанелевозами на строительные площадки или устанавливают в вертикальном положении для хранения в специальном кассетном складе.

Можно готовить панели также и в вертикальных формах-кассетах. Технологический процесс состоит из тех же основных операций, что и при прокатном способе: приготовление бетонной смеси, изготовление реечных каркасов, формовка и сушка изделий. Отличие заключается в применяемом формовочном оборудовании и организации производства. Установка для производства крупноразмерных панелей вертикальным формованием показана на рис. 88. Процесс изготовления панелей периодический, что связано с использованием разборных форм, в которых панель находится с момента отливки до полного схватывания массы и приобретения достаточной прочности для дальнейшего транспортирования в сушилки. Производственная установка состоит из кассетной формы, гипсомешалки непрерывного действия и поддона-тележки. Кассетные формы бывают двух типов: для одновременной отливки одной или двух панелей.

Гипсобетонную смесь приготовляют в гипсобетономешалке непрерывного действия, которая расположена над кассетной формой. Во время приготовления смеси гипсобетономешалка перемещается над формой и одновременно заполняет ее массой. Предварительно в кассету устанавливают необходимые закладные детали — коробки для проемов, реечный каркас и крайние торцовые бруски, служащие торцовыми стенками форм. Для более плотной укладки гипсобетона и предотвращения возможности образования пустот и каверн формы заполняют массой при вибрации щитов. Отформованную панель выдерживают 8—10 мин в форме до схватывания массы, затем стенки кассеты отделяют и свежеотформованную панель толкателем направляют в один из десяти отсеков склада кассеты.

Общий цикл изготовления панели в кассетных формах составляет около 1 ч, а на прокатном стане— 15—20 мин.

 **3. ГИПСОВЫЕ ПЛИТЫ ДЛЯ ПЕРЕГОРОДОК**

Гипсовые и гипсобетонные плиты для перегородок (рис. 89) предназначаются для устройства ненесущих перегородок в жилых, общественных и промышленных зданиях. Их выпускают размером 800X Х400 мм, толщиной 80—10 мм, сплошными и пустотелыми с объемным весом 1000— 1400 кг/м3. Гипсовые плиты поддаются механической обработке, огнестойки, обладают звукоизоляционными свойствами; влажность их не должна превышать 8% по весу. Они гигроскопичны — водопоглощение составляет около 20%.'Свойства плит при повышенной влажности ухудшаются, и использование их разрешается при относительной влажности воздуха, не превышающей 70%.

При небольшом объеме производства гипсовые перегородочные плиты изготовляют в разборных формах-вагонетках. Технологический процесс включает следующие основные процессы: дозирование вяжущего, заполнителей и воды, затворение смеси, раздельное или выполняемое одновременно со смешением, формование изделий и их высушивание в искусственных сушилках.

Изготовление мелкоразмерных плит в разборных формах является периодическим процессом, поэтому гипсобетонную массу приготовляют таким образом, чтобы одного замеса было достаточно для заполнения всех расположенных на вагонетке форм.

При изготовлении пустотелых плит применяют формы, основные стороны которых имеют несколько рядов расположенных друг против друга отверстий, в них вставляют керны. Подготовленные формы заполняют гипсобетонной массой и оставляют в формах до полного отвердения, после чего формы распалубливают, разбирают, очищают, смазывают и направляют на очередное заполнение массой, а изделия устанавливают на сушильные вагонетки и отправляют в сушилки.

Для поддержания постоянного ритма производства необходимо, чтобы формовочная масса обладала определенными сроками схватывания, для достижения которых применяют ускорители или замедлители твердения.

Перегородочные плиты могут изготовляться также из более жестких масс. Тогда формы-вагонетки в момент заполнения массой закрепляются на виброплощадке, и смесь уплотняется вибрированием. Перегородочные плиты можно готовить также в горизонтальных разборных многоячейковых формах, устанавливаемых на вибророльганге.

На крупных механизированных заводах для изготовления гипсобетонных перегородочных плит применяют высокопроизводительные карусельные формовочные машины. Технологическая схема такого производства представлена на рис. 90. При формовании плит на карусельной машине необходимо быстрое твердение массы, конец схватывания гипса должен наступать не позднее, чем через 5—-6 мин. Поэтому в состав гипсовой массы вводят ускорители схватывания — двуводный гипс (2—3%), а воду подогревают до 35—40° С, что ускоряет схватывание гипса и сокращает длительность сушки изделий.

Исходные материалы (гипс, древесные опилки, замедлитель схватывания) со склада поступают в бункера, из них через дозирующие устройства в винтовой смеситель, затем в быстроходную горизонтальную гипсомешалку, где перемешиваются сначала сухие компоненты, а затем с водой до получения массы необходимой консистенции. Из гипсомешалки готовая масса через воронку равномерно распределяется в ячейки сдвоенной формы. Предварительно формы внутри покрывают масляной эмульсией. Карусель имеет 28 сдвоенных форм. Формы одна за другой заполняются гипсовым тестом и движутся до полного поворота формовочного стола. За это время гипс схватывается, приобретая достаточную для распалубки прочность, что позволяет выталкивать плиту из формы. Для облегчения выталкивания стенки формы раскрываются. После освобождения формы выталкиватель принимает первоначальное положение, стенки формы закрываются, форму очищают, смазывают и цикл снова повторяется. Производительность карусельной машины до 600 плит в 1 ч. Существующие карусельные машины имеют сменные формы, позволяющие производить не только сплошные, но и пустотелые перегородочные плиты и блоки.

Отформованные плиты укладывают ребром на сушильные вагонетки и направляют в сушилку. Сушат плиты дымовыми газами или нагретым в калориферах горячим воздухом; более экономична сушка дымовыми газами. Температура газов, поступающих в сушилку, составляет ПО—130° С, а отработанных при выходе из сушилки — 40—50° С. Обычно применяют туннельные сушилки с рециркуляцией: вагонетки с плитами передвигаются по камере из зоны с меньшей температурой окружающей среды в зону с более высокой температурой, а затем снова попадают в зону с меньшей температурой. Этим достигается более свободное перемещение влаги на поверхность изделия и ее испарение, и на плитах не образуются трещины. Первая зона сушилки работает по принципу противотока, вторая — прямотока. Время сушки изделия зависит от толщины плит и их начальной влажности: при толщине 100 мм и начальной влажности 28—32% оно составляет 20—28 ч. Высушенные плиты поступают на склад готовой продукции.

**4. ГИПСОВОЛОКНИСТЫЕ ПАНЕЛИ**

Наряду с изготовлением панелей и плит для перегородок из гипсобетона отечественная промышленность производит также плиты и панели из гипсоволокнистых масс. Здесь арматурой является равномерно распределенное в гипсовой массе растительное волокно. Состав гипсо-ВОЛ0КНИСТОЙ массы (в %) следующий: гипс строительный 85—95, волокнистое вещество (в пересчете на сухое вещество) 6—15, проклеивающие добавки в виде жидкого стекла, декстрина и др. от 0,25 до 2. Технологический процесс производства гипсоволокнистых панелей (рис. 91) состоит из следующих операций: подготовки сырья — строительного гипса и волокнистой массы, смешения массы, отливка изделия на сетке с последующим удалением из него избытка воды, уплотнения гипсово-локнистых панелей под прессом с доведением их толщины до заданной, сушки, обрезки и укладки панелей в штабеля.

Обычный строительный гипс мало пригоден для приготовления изделий, так как он быстро прилипает к сетке, закрывает отверстия и затрудняет вакуумирование массы. Более пригоден гипс, который вылежался продолжительное время на воздухе. Для ускорения процесса «старения» гипс в течение 10 мин обрабатывают водяным паром низкого давления; при этом водогипсовый фактор снижается на 25%, а прочность отливок повышается более чем на 30% и одновременно уменьшается прилипание гипса к металлу.

При изготовлении гипсоволокнистых изделий применяют бумажную макулатуру, солому, камыш и др. Подготовка волокна заключается в размоле и расщеплении волокнистых материалов в тонкие волокна, сплетение которых впоследствии, в формовочной массе, создает арматурный каркас. Для расщепления материалов на волокна применяют роллы и гидроразбиватели. Приготовленная измельчением волокнистая пульпа поступает в массные бассейны.

Формуют гипсоволокнистые перегородочные плиты и панели на специальных вакуумформующих агрегатах в следующей последовательности. Сначала в смеситель через объемный дозатор поступает волокнистая пульпа, а затем при постоянном перемешивании подается от-дозированное количество гипса. Приготовленная гипсоволокнистая масса подается в отливной короб, имеющий форму плиты. Внизу под коробом находится металлическая перфорированная плито-сеточный стол, являющийся опорой для бронзовой сетки конвейера в момент отливки гипсоволокнистой массы, и подсеточная вакуум-камера. Перед заполнением отливного короба гипсоволокнистой массой вакуум-камеру заполняют водой, так чтобы уровень воды был выше сетки сеточного стола на 4—5 мм. Этот слой, воды содействует равномерному распределению формуемой массы, сверху поступающей в короб, и препятствует преждевременному ее обезвоживанию. После наполнения короба формуемой массой ее обезвоживают вакуум-насосом. Наименьшее время вакуумирования обеспечивается при температуре массы 20° С. Влажность плиты после вакуумирования составляет 65—70%. Далее плиту калибруют по заданной толщине прессованием на гидравлическом прессе. Режим прессования панелей двухстадийный: в первом периоде масса подвергается сжатию до заданной толщины плиты, причем изделие уплотняется и из него удаляется некоторое количество избыточной воды; второй период составляет время, в течение которого плита остается в относительном покое между прессующей и опорной плитами пресса. В это время происходит схватывание массы, и изделие приобретает прочность, необходимую не только для обеспечения нормальной кристаллизации гипса, но и для преодоления упругих сил волокон, стремящихся восстановить свое положение до прессования. Влажность гипсоволокнистых панелей после прессования составляет 35—40%.

Отпрессованная панель передается на сушку, обезвоживается до 2—3% и поступает на склад готовой продукции.

Гипсоволокнистые панели изготовляют объемным весом от 0,5 до 1 т/'м3, предел прочности их при изгибе составляет соответственно от 25 до 90 кг/см2. Эти панели обладают лучшими, чем гипсобетонные, звуко-и теплоизоляционными качествами, их используют в виде перегородок в жилых и общественных зданиях.

 **5. ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ БЛОКИ**

Вентиляционные блоки, применяемые в жилых домах, изготовляют на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем размером «на этаж». Блоки устраивают со сквозными круглыми пустотами диаметром 140 мм и толщиной стенок до 20 мм.

Отформованные блоки устанавливают на кассетную сушильную вагонетку и выдерживают в течение 3—4 ч в нормальных условиях (до полной гидратации вяжущего), а затем 12—13 ч держат в туннельной сушилке с температурой поступающих газов до 120° С. Высушенные изделия подают на склад готовой продукции.

Гипс используют строительный марки 120—130, полученный в варочных котлах с добавкой поваренной соли NaCl.

**6. САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ КАБИНЫ**

Санитарно-технические кабины представляют собой готовые элементы зданий заводского изготовления. Кабины собирают из гипсобетонных панелей, изготовленных на прокатном стане или в горизонтальных и вертикальных формах. В качестве вяжущего для изготовления панелей для стен и потолков кабин применяют гипсоцементно-пуццолановые смеси следующего состава: строительный гипс 60—75, портландцемент 15—25, активная минеральная кремнеземистая добавка 10— 25%; вместо портландцемента рекомендуется применять пуццолановый портландцемент. Полы в кабинах изготовляют из железобетона и облицовывают керамическими плитками или релизом (линолеумом). Полы могут быть выполнены также и из других материалов, в том числе и из гипсоцементно-пуццоланового бетона. При сборке стен, потолка и пола используется сварка закладных деталей. В заводских условиях в кабине устанавливают все санитарно-техническое оборудование, и в готовом виде кабины поступают на строительные площадки.

**7. ГИПСОВЫЕ И ГИПСОВОЛОКНИСТЫЕ ОБШИВОЧНЫЕ ЛИСТЫ**

Гипсовые обшивочные листы (гипсовая сухая штукатурка) представляют собой листовой отделочный материал, изготовленный из строительного гипса и армированный путем оклейки с обеих сторон картоном или армированный растительным волокном. Кроме оклеечного картона и строительного гипса в производстве сухой штукатурки применяют вещества, регулирующие сроки схватывания (гипс-двугидрат, поваренную соль, сульфитно-спиртовую барду), добавки, снижающие вес листов и расход вяжущего (древесные опилки, фибра), пенообразователи (казеин, канифоль, каустическая сода), клеящие вещества, содействующие сцеплению картона с гипсовым сердечником (декстрин, казеиновый клей, жидкое стекло), и клеи для приклеивания кромок картона. Листы сухой штукатурки выпускают шириной 1,2 и длиной от 2,5 до 3,3 м при толщине 10—12 мм.

Листы обшивочные плохо сопротивляются изгибу и разрушаются под действием влаги. В связи с этим влажность их не должна превышать 2% по весу, а предел прочности при изгибе (испытание сосредоточенной нагрузкой по середине пролета в 350 мм) должен быть не менее 32 и 25 кг соответственно при толщине листа 12 и 10 мм. Объемный вес штукатурки с гипсовым сердечником 1000—1110 кг/м3. Сухая штукатурка не горит, легко режется и пробивается гвоздями.

Технология производства гипсовой сухой штукатурки (рис. Ш) включает приготовление, формовочной массы, подготовку картона, формование непрерывной ленты штукатурки, ее твердение и резку на листы, сушку листов в многоярусных туннельных сушилках и складирование.

Применяют сухую штукатурку для внутренней отделки стен и потолков путем приклейки специальными мастиками, швы между листами заделывают безусадочной шпаклевкой.

Наряду с сухой гипсовой производят гипсоволокнистую сухую штукатурку, в которой арматурой является не картонная оболочка, а равномерно распределенное в гипсовой массе растительное волокно. Состав такой штукатурки следующий: 90—95 строительного гипса, 5—10 волокнистых материалов и 0,25—2% проклеивающих добавок (жидкое стекло, декстрин и др.). В качестве армирующего материала применяют бумажную макулатуру, льняную костру и другие органические волокнистые материалы.

Изготовление гипсоволокнистой штукатурки заключается в приготовлении жидкой расщепленной волокнистой массы (гидропульпы), смешении этой массы с проклеивающими добавками и строительным гипсом, отливки плит на вакуум-формовочной машине с последующей их допрессовкой. Отформованные плиты высушивают, обрезают и передают на склад готовой продукции.

В районах, где гипс является местным материалом и где отсутствуют другие эффективные стеновые материалы, из гипсобетона изготовляют камни для наружных стен зданий III и IV категорий. По пределу прочности при сжатии камни выпускают трех марок — 35, 50 и 75 с морозостойкостью не менее Мрз15.

Из гипса и гипсобетона с легкими заполнителями производят также огнезащитные изделия, предназначенные для огнезащитной облицовки металлических конструкций, шахт для лифтов и т. п.