

Технология производства изделий из асбестоцемента

Асбестоцемент

Асбестоцемент получают при затвердевании смеси портландцемента, асбеста (15—20 % массы цемента) и воды.

Асбест (от греч. *asbestos* — неразрушаемый) — собирательное название группы тонковолокнистых минералов, образующихся в земной коре при воздействии геотермальных вод на ультраосновные магматические породы. Особенностью асбеста является способность его минеральных агрегатов разделяться (распушаться) на тончайшие (диаметром в доли микрона) мягкие волокна. Благодаря этому свойству асбест получил название «горный лен».

Различают два вида асбеста: амфиболовый (кислотостойкий) и хризотилковый (щелочестойкий). Россия обладает крупнейшими в мире месторождениями хризотилового асбеста, который благодаря уникальным свойствам используется во многих отраслях техники. Хризотил-асбест — гидросиликат магния $3\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Элементарные кристаллы хризотил-асбеста — тончайшие трубочки диаметром в сотые доли микрометров. Практически асбест разделяется на пучки волокон диаметром 10—100 мкм, прочность которых на разрыв составляет 600—800 МПа, что сравнимо с лучшими марками стали.

Хризотилковый асбест обладает высокой адсорбционной способностью; особенно активно он адсорбирует ионы Ca^{++} , поэтому его волокна хорошо сцепляются с цементным вяжущим. Щелочестойкость хризотил-асбеста обеспечивает его устойчивость в щелочной среде цементного камня.

Асбест, помимо высокой прочности, обладает уникальным сочетанием ценных свойств:

- низкой теплопроводностью — 0,35—0,41 Вт/(м·К) в нераспушенном виде;
- устойчивостью к повышенным температурам (нагрев до 400—500°C не вызывает в асбесте необратимых изменений);
- высоким коэффициентом трения (например, по стали — 0,8).

Из асбестового волокна делают ткани, картон, бумагу, шнуры, которые благодаря огнестойкости асбеста используют для высокотемпературной тепловой изоляции. Из смеси асбеста с синтетическими смолами получают асбестотехнические изделия для автотракторной (тормозные колодки и т. п.) и электротехнической (электроизоляционные материалы) промышленности.

Однако при оценке воздействия асбеста на организм человека не делается различия между кислотостойким амфиболовым асбестом, имеющим в составе тяжелые металлы и способным накапливаться в организме человека, и хризотилковым, разрушающимся в кислых средах, в том числе и в человеческом организме.

Асбестовое волокно — природный материал, не требующий для своего производства энергоемких технологий, поэтому асбест значительно экологичнее искусственных волокон.

Медики считают, что хризотил-асбест при соблюдении правил работы с ним не представляет опасности для здоровья человека. В асбестоцементных

материалах асбест заключен в цементной матрице, что исключает контакт человека с ним и делает его безвредными во всех случаях применения.

Из асбестоцемента изготавливают следующие виды изделий: волнистые кровельные листы (шифер), плоские облицовочные листы, напорные и безнапорные трубы, подоконные доски, профильные погонажные изделия и многопустотные панели и настилы.

Асбестоцементные изделия в основном производят путем отливки жидковязкой массы на частую металлическую сетку с последующим обезвоживанием и формованием. Таким образом получают плоские и волнистые листы и трубы.

Используется и другой способ формования асбестоцементных изделий — экструзия — выдавливание пластичной массы.

Асбестоцемент при сравнительно небольшой плотности (1600—2000 кг/м³) обладает высокими прочностными показателями (предел прочности при изгибе до 30 МПа, а при сжатии — до 90 МПа). Он долговечен, морозостоек (через 50 циклов замораживания-оттаивания теряет не более 10% прочности) и практически водонепроницаем.

В настоящее время для асбестоцементной промышленности организуется поставка асбеста нетарированного, заранее отшихтованного в определенные сорта и спрессованного в брикеты небольшой величины. Применение шихтованного брикетированного асбеста позволяет полностью механизировать погрузо-разгрузочные работы и автоматизировать технологические процессы заготовительных отделений. Брикетированный асбест выпускают двух марок — шиферный и трубный. Складирование указанных сортов асбеста может быть организовано в силосах или бункерах. При использовании шихтованного асбеста дозирование его будет заключаться только в отвешивании определенных порций без составления шихты.

Распушка асбеста производится мокрым или сухим способом. Наиболее часто применяются схемы мокрой распушки, при которых достигается наиболее высокая степень распушки асбеста (в пределах 85—90 %). При этом обмятие асбеста в бегунах производится при одновременном его увлажнении водой и с зазором между подом и нижними кромками скребков 4—6 мм. Длительность обмятия в бегунах в зависимости от марки асбеста и степени его распушки составляет 12—15 мин. Степень распушки в бегунах не менее 30 %. Влажность асбеста после обработки в бегунах 30—35 %.

Окончательная распушка асбеста осуществляется гидравлическим способом с помощью различных аппаратов (голлендеров, цилиндрических и проточных гидروطшителей и др.). Степень распушки асбеста после гидравлической обработки 85—100 %. Продолжительность цикла 9—12 мин.

Приготовление асбестоцементной суспензии производится в голлендерах или турбосмесителях в одну или две стадии. Продолжительность обработки 5—8 мин.

Приготовленная асбестоцементная суспензия далее поступает в ковшовую мешалку, в которой создается запас массы для равномерного питания формовочной машины. Рабочая концентрация суспензии 10—14 %.

В ковшовую мешалку поступает также суспензия от переработки бракованного полуфабриката и его обрезков. Асбестоцементную суспензию доводят до рабочей концентрации технологической водой из нижней части рекуператора. Готовая суспензия далее по специальному желобу из ковшовой мешалки непрерывно подается в ванны со смесителями формовочной машины. Фильтрация происходит за счет гидростатического напора от разности уровней суспензии в цилиндре и в ванне. Первичный слой асбестоцемента снимается с поверхности сетчатого цилиндра сукном. Сукно подводит слой к форматному барабану, на поверхность которого слой переходит за счет адгезии. При навивании на формовочный барабан асбестоцемента заданной толщины по сигналу толщиномера включается срезчик наката, и отрезанный полуфабрикат поступает на отводящий конвейер.

Комплекс оборудования заготовительного отделения асбестоцементного предприятия включает в себя: машину для растаривания мешков с асбестом, подъемно-транспортное оборудование, бункеры (силосы) с дозаторами или питателями, бегуны СМ-874, голлендер СМ-132 В, шнековый питатель-дозатор СМ-141 Б, рекуператор, ковшовую мешалку СМ-889А, насос шламовый, конвейеры, кран мостовой электрический, автоматический захват, систему контроля и управления и др.

Технология изготовления изделий

Производство асбестоцементных изделий осуществляют несколькими способами: мокрым—из асбестоцементной суспензии с большим содержанием воды (42—60 %), полусухим — из асбестоцементной массы с влажностью 15—25 %, сухим—с незначительным увлажнением формуемого слоя (до 14—16 %) и высоким давлением уплотняющих валов (до 20 МПа).

При мокром способе изделия формируют из низкоконцентрированных суспензий (с содержанием сухих компонентов до 20 %) и концентрированных суспензий (с содержанием сухих компонентов 30—40 % и более). Производство изделий из концентрированных суспензий имеет ограниченное применение. Наиболее распространен мокрый способ с использованием низкоконцентрированных суспензий.

На предприятиях асбестоцементных изделий применяются разные схемы формования: на листоформовочных машинах, на круглосеточных машинах и др. Отличительная особенность вторых состоит в том, что они имеют один или два цилиндра и пленка наматывается на форматные скалки, снимаемые после достижения формуемой трубы заданного наружного диаметра.

Накат, снятый с форматного барабана листоформовочной машины, раскраивают на форматы. Поперечную резку наката осуществляют ротационными ножницами либо дисковыми ножами. Продольную резку осуществляют, как правило, дисковыми ножами. Волнирование листов производят в пластическом состоянии беспрокладочным и прокладочным способами. Волнистые листы после волнирования без прокладок укладывают в тележки конвейеров предварительного твердения при помощи укладчиков, а плоские крупногабаритные листы — в пачки через металлические прокладки и

направляют в камеру предварительного твердения. Перенос листов и прокладок при формовании пачек осуществляется вакуум-коробками. Число волнистых листов, укладываемых в тележку конвейера, 11 — 16.

Твердение асбестоцементных изделий осуществляют в две стадии: предварительное и окончательное. Предварительное твердение волнистых листов производят на тележках в конвейерах твердения в паровоздушной среде при температуре 20—30 °С и 50—60 °С (в середине и в конце камеры) в течение 3,5—4 ч.

Твердение плоских крупноразмерных листов осуществляют в течение 4—6 ч в камере твердения, в которой размещают 10 пачек листов с прокладками высотой до 800 мм и массой до 20 т.

Окончательное твердение изделий производят в закрытом помещении при температуре не ниже 15 °С и относительной влажности воздуха до 70—80 %.

Волнистые листы стопами (до 100 шт. в стопе) в специальных поддонах или в кассетах укладывают штабелями в два — три яруса. Плоские крупноразмерные листы (стопами по 40—60 шт.) укладывают штабелями в три—четыре яруса. Сроки выдержки листов 7—14 суток с момента формования.

Асбестоцементные трубы производят на круглосетчатых трубоформовочных машинах. В отличие от листоформовочных эти машины имеют, как правило, один сетчатый цилиндр, а вместо форматного барабана — съемную форматную скалку с диаметром, равным внутреннему диаметру труб. Кроме того, усилена прессовая часть с системой валов («экипажем давления»), а специальное приспособление позволяет изменять их давление при разных толщине стенки и диаметрах труб.

К прочностным показателям асбестоцементных труб предъявляют более высокие требования, чем к листовым изделиям. В связи с этим формование наката в производстве труб происходит путем последовательного напластования более тонких пленок (0,15—0,3 мм), чем в производстве листовых изделий. Волокна асбеста навиваются в основном по окружности в направлении вращения форматной скалки, что способствует повышению прочности труб. Кроме того, с целью повышения прочностных показателей труб применяют асбест более высоких марок. Для облегчения съема труб с форматных скалок их развальцовывают на специальных аппаратах (каландрах) или на самой формующей машине. После каландрирования трубы освобождают от скалок и подают на роликовый конвейер воздушного твердения, где за счет вращения опорных валиков и самих труб последние приобретают правильную форму.

Твердение асбестоцементных труб производят в три стадии: предварительное воздушное твердение на роликовом конвейере, совмещенное с обкаткой; гидротермальное твердение в водных бассейнах или на конвейерах гидротермальной обработки; окончательное твердение на складе в течение 10—14 сут. Предварительное твердение на роликовом конвейере происходит при температуре 30—35 °С и относительной влажности не менее 80 %. Продолжительность этого этапа 6—8 ч. Для предотвращения деформации в

концы труб вставляют металлические или деревянные пробки, которые извлекают после приобретения трубами достаточной прочности. Трубы большого диаметра подают на предварительное твердение со скалками или заменяют скалки на деревянные сердечники. Для ускорения предварительного твердения труб их увлажняют горячей водой.

Твердение труб в водных бассейнах (железобетонных резервуарах длиной 10—12 м) происходит при температуре воды 40—60 °С. Продолжительность твердения в зависимости от температуры воды и марки цемента для безнапорных труб не менее 1—2 сут, для напорных труб—не менее 2—3 сут и газопроводных труб—не менее 3—5 сут. Применение водных бассейнов для гидротермального твердения требует их перегрузки с помощью мостового крана, что обуславливает разрыв в технологическом потоке производства труб. В связи с этим целесообразнее использовать конвейеры гидротермальной обработки, где совмещаются первая и вторая стадии твердения труб. Такой конвейер состоит из конвейеров предварительного и комбинированного твердения.

Конвейер комбинированного твердения представляет собой цепной конвейер, заключенный в камеру, в стенах и потолке которой вмонтированы форсунки для разбрызгивания воды с температурой 50—55 °С на внутреннюю и наружную поверхности труб. Продолжительность твердения изделий на этом этапе 15—25 ч. После гидротермального твердения трубы поступают на механическую обработку—обрезку торцов и обточку концов труб или разрезку на муфты с последующей их расточкой. Окончательное твердение труб происходит на складе в течение 10—14 сут при температуре не ниже 15 °С и относительной влажности не менее 80 %.

Наряду с мокрым способом производства асбестоцементных труб используют также метод экструзии.

Особенностью технологии асбестоцементных изделий методом экструзии является применение формовочных масс повышенной пластичности, что достигается введением в их состав различных пластификаторов. Технологический процесс производства панелей методом экструзии состоит из следующих операций. Сухие компоненты—обмятый в бегунах и распушенный в дезинтеграторе асбест и песчаный или обычный портландцемент перемешивают в смесителе сухих компонентов (АН-2000) и увлажняют раствором пластификатора в бетоносмесителе СБ-93. Пластифицированная смесь поступает в накопительную емкость, а из нее на процесс формования в пресс-экструдер (шнековый вакуум-пресс) типа ШМ-650, в котором под давлением 4,5 МПа происходит выдавливание формовочной массы через мундштук и формование изделий со скоростью не менее 4 м/мин.

Вакуумирование формовочной массы улучшает ее формовочные свойства. После формования на экструдере многопустотный брус подается на приемный конвейер, где разрезается на изделия требуемой длины, которые перемещаются на решетчатые поддоны, стопируются с помощью переключника и подаются в камеру предварительного твердения для пропаривания в течение 6 ч при температуре 50—60 °С и относительной влажности не ниже 80 %. После

завершения процесса пропаривания торцы изделий обрезают. Вторая стадия тепловлажностной обработки—автоклавирование по режиму: подъем давления до 0,8 МПа — 2 ч, выдержка при 0,8 МПа — 8 ч, спуск давления — 1 ч.

Пустоты экструзионных панелей заполняют теплоизоляционным материалом (обычно жесткими или полужесткими минераловатными плитами). Экструзионные панели, утепленные минераловатными плитами, можно применять в строительстве при температуре наружного воздуха до минус 41—43 °С при влажности воздуха в помещении до 50 % и до минус 26—28 °С при влажности воздуха в помещении 50—60 %.