

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ)
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра техники и технологий и строительства
Направление 08.03.01 Строительство

Технология производства теплоизоляционных материалов
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ
по дисциплине
«Практикум по виду профессиональной деятельности»
ЮУрГУ – 08.03.01.2021.01.00 ПЗ КП

Нормоконтролер, преподаватель
_____ А.В. Рябинин
«__» _____ 2021 г.

Руководитель (преподаватель)
_____ А.В. Рябинин
«__» _____ 2021 г.

Автор работы
Студентка группы ДО-473
_____ А.А. Кулагина

Работа защищена с оценкой

«__» _____ 2021 г.

Челябинск 2021

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (НИУ)
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»
Направление 08.03.01 «Строительство»

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект студентки

Кулагиной Алены Андреевны

Группа ДО-473

- 1 Дисциплина: «Практикум по виду профессиональной деятельности»
- 2 Тема работы (проект): «Технология производства теплоизоляционных материалов»
- 3 Срок сдачи студентом законченной работы _____ 20 __ г.
- 4 Перечень вопросов, подлежащих разработке
 1. Виды и свойства теплоизоляционных материалов;
 2. Способы пастеризации материалов;
 3. Полимерные теплоизоляционные материалы;
 4. Технология производства теплоизоляционных материалов;
 5. Технология изготовления минеральной ваты.

АННОТАЦИЯ

Кулагина А.А. Технология производства теплоизоляционных материалов – Челябинск: ЮУрГУ, ТТС., 2021, 29 с.

Библиографический список – 6 наименований.

В курсовом проекте рассмотрены виды и свойства теплоизоляционных материалов; способы пастеризации материалов; полимерные теплоизоляционные материалы; технология производства теплоизоляционных материалов и минеральной ваты.

<https://kursovik1.ru/unikalnye-raboty-v-pdf>

					<i>08.03.01.2021.01.00. ПЗ КП</i>			
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Технология производства теплоизоляционных материалов</i>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Кулагина А.А.				<i>КП</i>	<i>3</i>	<i>29</i>
<i>Проверил</i>		Рябинин А.В.				<i>ЮУрГУ Каф.ТТС</i>		
<i>Н.контр.</i>		Рябинин А.В.						
<i>Утв.</i>		Виноградов К.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ВИДЫ И СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	6
1.1 Органические теплоизоляционные материалы	7
1.2 Неорганические теплоизоляционные материалы	9
2 СПОСОБЫ ПАСТЕРИЗАЦИИ МАТЕРИАЛОВ	13
3 ПОЛИМЕРНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	18
4 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	21
5 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	27
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	29

ВВЕДЕНИЕ

Теплоизоляционными называют строительные материалы, которые обладают малой теплопроводностью и предназначены для тепловой изоляции строительных конструкций жилых, производственных и сельскохозяйственных зданий, поверхностей производственного оборудования и агрегатов (промышленных печей, турбин, трубопроводов, камер холодильников и пр.). Эти материалы имеют небольшую среднюю плотность - не выше 600 кг/м^3 , что достигается повышением пористости.

В строительстве тепловая изоляция позволяет уменьшить толщину ограждающих конструкций (стен, кровли), снизить расход основных материалов (кирпича, бетона, древесины), облегчить конструкции и понизить их стоимость, уменьшить расход топлива в эксплуатационный период. В технологическом и энергетическом оборудовании тепловая изоляция снижает потери теплоты, обеспечивает необходимый температурный режим, снижает удельный расход топлива на единицу продукции, оздоравливает условия труда [1-2]. Чтобы получить достаточный эффект от применения тепловой изоляции, в инженерных проектах производятся соответствующие тепловые расчеты, в которых принимаются конкретные разновидности теплоизоляционных материалов и учитываются их теплофизические характеристики. Эти мероприятия позволяют успешно решать проблему экономии топливно-энергетических ресурсов.

<https://kursovik1.ru/unikalnye-raboty-v-pdf>

1 ВИДЫ И СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Теплоизоляционными называют материалы, применяемые в строительстве жилых и промышленных зданий, тепловых агрегатов и трубопроводов с целью уменьшить тепловые потери в окружающую среду. Теплоизоляционные материалы характеризуются пористым строением и, как следствие этого, малой плотностью (не более 600 кг/м³) и низкой теплопроводностью (не более 0,18 Вт/(м·°С)).

Использование теплоизоляционных материалов позволяет уменьшить толщину и массу стен и других ограждающих конструкций, снизить расход основных конструктивных материалов, уменьшить транспортные расходы и соответственно снизить стоимость строительства. Наряду с этим при сокращении потерь тепла отапливаемыми зданиями уменьшается расход топлива. Многие теплоизоляционные материалы вследствие высокой пористости обладают способностью поглощать звуки, что позволяет употреблять их также в качестве акустических материалов для борьбы с шумом.

Теплоизоляционные материалы классифицируют по виду основного сырья, форме и внешнему виду, структуре, плотности, жесткости и теплопроводности.

Теплоизоляционные материалы по виду основного сырья подразделяются на неорганические, изготавливаемые на основе различных видов минерального сырья (горных пород, шлаков, стекла, асбеста), органические, сырьем для производства которых служат природные органические материалы (торфяные, древесноволокнистые) и материалы из пластических масс.

По форме и внешнему виду различают теплоизоляционные материалы штучные жесткие (плиты, скорлупы, сегменты, кирпичи, цилиндры) и гибкие (маты, шнуры, жгуты), рыхлые и сыпучие (вата, перлитовый песок, вермикулит).

По структуре теплоизоляционные материалы классифицируют на волокнистые (минераловатные, стекло - волокнистые), зернистые (перлитовые, вермикулитовые), ячеистые (изделия из ячеистых бетонов, пеностекло).

<https://kursovik1.ru/unikalnye-raboty-v-pdf>

По плотности теплоизоляционные материалы делят на марки: 15, 25, 35, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600.

В зависимости от жесткости (относительной деформации) выделяют материалы мягкие (М) - минеральная и стеклянная вата, вата из каолинового и базальтового волокна, полужесткие (П) - плиты из шпательного стекловолокна на синтетическом связующем и др., жесткие (Ж) - плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем, повышенной жесткости (ПЖ), твердые (Т) [1-2].

По теплопроводности теплоизоляционные материалы разделяются на классы: А – низкой теплопроводности до 0,06 Вт/(м·°С), Б – средней теплопроводности – от 0,06 до 0,115 Вт/(м·°С), В - повышенной теплопроводности -от 0,115 до 0,175 Вт/(м·°С).

По назначению теплоизоляционные материалы бывают теплоизоляционно-строительные (для утепления строительных конструкций) и теплоизоляционно-монтажные (для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов).

Теплоизоляционные материалы должны быть биостойкими т.е. не подвергаться загниванию и порче насекомыми и грызунами, сухими, с малой гигроскопичностью так как при увлажнении их теплопроводность значительно повышается, химически стойкими, а также обладать тепло и огнестойкостью.

1.1 Органические теплоизоляционные материалы

Органические теплоизоляционные материалы в зависимости от природы исходного сырья можно условно разделить на два вида: материалы на основе природного органического сырья (древесина, отходы деревообработки, торф, однолетние растения, шерсть животных и т. д.), материалы на основе синтетических смол, так называемые теплоизоляционные пластмассы.

Теплоизоляционные материалы из органического сырья могут быть жесткими и гибкими.

К жестким относят древесностружечные, древесноволокнистые, фибролитовые, арболитовые, камышитовые и торфяные, к гибким - строительный

войлок и гофрированный картон. Эти теплоизоляционные материалы отличаются низкой водо- и биостойкостью.

Древесноволокнистые теплоизоляционные плиты получают из отходов древесины, а также из различных сельскохозяйственных отходов (солома, камыш, костра, стебли кукурузы и др.). Процесс изготовления плит состоит из следующих основных операций: дробление и размол древесного сырья, пропитка волокнистой массы связующим, формование, сушка и обрезка плит.

Древесноволокнистые плиты выпускают длиной 1200-2700, шириной 1200-1700 и толщиной 8-25 мм. По плотности их делят на изоляционные (150-250 кг/м³) и изоляционно-отделочные (250-350 кг/м³). Теплопроводность изоляционных плит 0,047-0,07, а изоляционно-отделочных-0,07-0,08 Вт/(м·°С). Предел прочности плит при изгибе составляет 0,4-2 МПа. Древесноволокнистые плиты обладают высокими звукоизоляционными свойствами [2].

Изоляционные и изоляционно - отделочные плиты применяют для тепло- и звукоизоляции стен, потолков, полов, перегородок и перекрытий зданий, акустической изоляции концертных залов и театров (подвесные потолки и облицовка стен).

Арболит изготавливают из смеси цемента, органических заполнителей, химических добавок и воды. В качестве органических заполнителей используют дробленые отходы древесных пород, сечку камыша, костру конопли или льна и т. п. Технология изготовления изделий из арболита проста и включает операции по подготовке органических заполнителей, например, дробление отходов древесных пород, смешивание заполнителя с цементным раствором, укладку полученной смеси в формы и ее уплотнение, отверждение отформованных изделий [2].

Теплоизоляционные материалы из пластмасс. В последние годы создана довольно большая группа новых теплоизоляционных материалов из пластмасс.

Сырьём для их изготовления служат термопластичные (полистирольные; поливинилхлоридные, полиуретановые) и термореактивные (мочевинно - формальдегидные) смолы, газообразующие и

вспенивающие вещества, наполнители, пластификаторы, красители и др. В строительстве наибольшее распространение в качестве тепло- и звукоизоляционных материалов получили пластмассы пористо-ячеистой структуры. Образование в пластмассах ячеек или полостей, заполненных газами или воздухом, вызвано химическими, физическими или механическими процессами, или их сочетанием.

В зависимости от структуры теплоизоляционные пластмассы могут быть разделены на две группы: пенопласты и поропласты. Пенопластами называют ячеистые пластмассы с малой плотностью и наличием несообщающихся между собой полостей или ячеек, заполненных газами или воздухом. Поропласты-пористые пластмассы, структура которых характеризуется сообщающимися между собой полостями.

Пенополистирол – материал в виде белой твердой пены с равномерной замкнутопористой структурой. Пенополистирол выпускают марки ПСБС в виде плит размером 1000x500x100 мм и плотностью 25-40 кг/м³. Этот материал имеет теплопроводность 0,05 Вт/(м·°С), максимальная температура его применения 70 °С. Плиты из пенополистирола применяют для утепления стыков крупнопанельных зданий, изоляции промышленных холодильников, а также в качестве звукоизолирующих прокладок.

Сотопласты – теплоизоляционные материалы с ячейками, напоминающими форму пчелиных сот. Стенки ячеек могут быть выполнены из различных листовых материалов (крафт - бумаги, хлопчатобумажной ткани, стекло - ткани и др.), пропитанных синтетическими полимерами. Сотопласты изготовляют в виде плит длиной 1-1,5м, шириной 550 - 650 и толщиной 300 - 350 мм. Их плотность 30-100 кг/м³, теплопроводность 0,046-0,058 Вт/(м·°С). прочность при сжатии 0,3-4 МПа.

1.2 Неорганические теплоизоляционные материалы

К неорганическим теплоизоляционным материалам относят минеральную вату, стеклянное волокно, пенс стекло, вспученные перлит и вермикулит, асбестосодержащие теплоизоляционные изделия, ячеистые бетоны, и др.

Минеральная вата и изделия из нее. Минеральная вата волокнистый теплоизоляционный материал, получаемый из силикатных расплавов. Сырьем для ее производства служат горные породы (известняки, мергели, диориты и др.), отходы металлургической промышленности (доменные и топливные шлаки) и промышленности строительных материалов (бой глиняного и силикатного кирпича).

Производство минеральной ваты состоит из двух основных технологических процессов: получение силикатного расплава и превращение этого расплава в тончайшие волокна.

Силикатный расплав образуется в вагранках шахтных плавильных печах, в которые загружают минеральное сырье и топливо (кокс). Расплав с температурой 1300-1400°C непрерывно выпускают из нижней части печи.

Существует два способа превращения расплава в минеральное волокно: дутьевой и центробежный. Сущность дутьевого способа заключается в том, что на струю жидкого расплава, вытекающего из летки вагранки, воздействует струя водяного пара или сжатого газа. Центробежный способ основан на использовании центробежной силы для превращения струи расплава в тончайшие минеральные волокна толщиной 2-7 мкм и длиной 2-40 мм. Полученные волокна осаждаются в камере волокна осадения на движущуюся ленту транспортера. Минеральная вата — это рыхлый материал, состоящий из тончайших переплетенных минеральных волокон и небольшого количества стекловидных включений (шариков, цилиндриков и др.), так называемых корольков.

Чем меньше в вате корольков, тем выше ее качество.

В зависимости от плотности минеральная вата подразделяется на марки 75, 100, 125 и 150. Она огнестойка, не гниет, малогигроскопична и имеет низкую теплопроводность 0,04 - 0,05 Вт (м·°С).

Стеклоянная вата и изделия из нее. Стеклоянная вата материал, состоящий из беспорядочно расположенных стеклянньх волокон, полученных из расплавленного сырья. Сырьем для производства стекловаты служит сырьевая шахта для варки стекла (кварцевый песок, кальцинированная сода и сульфат

натрия) или стекольный бой. Производство стеклянной ваты и изделий из нее состоит из следующих технологических процессов: варка стекломассы в ваннах печах при 1300-1400 °С, изготовление стекловолокна и формование изделий.

Стекловолокно из расплавленной массы получают способами вытягивания или дутьевым. Стекловолокно вытягивают штабиковым (подогревом стеклянных палочек до расплавления с последующим их вытягиванием в стекловолокно, наматываемое на вращающиеся барабаны) и фильерным (вытягиванием волокон из расплавленной стекломассы через небольшие отверстия-фильтры с последующей намоткой волокон на вращающиеся барабаны) способами. При дутьевом способе расплавленная стекломасса распыляется под действием струи сжатого воздуха или пара [2].

Средний диаметр текстильного волокна 3-7 мкм, а теплоизоляционного 10-30 мкм.

Стекловолокно значительно большей длины, чем волокна минеральной ваты и отличается большими химической стойкостью и прочностью. Плотность стеклянной ваты 75-125 кг/м³, теплопроводность 0,04-0,052 Вт/(м·°С), предельная температура применения стеклянной ваты 450 °С. Из стекловолокна выполняют маты, плиты, полосы и другие изделия, в том числе тканые.

Пеностекло - теплоизоляционный материал ячеистой структуры. Сырьем для производства изделий из пеностекла (плит, блоков) служит смесь тонкоизмельченного стеклянного боя с газообразователем (молотым известняком).

Сырьевую смесь засыпают в формы и нагревают в печах до 900 °С, при этом происходит плавление частиц и разложение газообразователя. Выделяющиеся газы вспучивают стекломассу, которая при охлаждении превращается в прочный материал ячеистой структуры. Пеностекло обладает рядом ценных свойств, выгодно отличающих его от многих других теплоизоляционных материалов: пористость пеностекла 80-95 %, размер пор 0,1-3 мм, плотность 200-600 кг/м³, теплопроводность 0,09-0,14 Вт/(м·°С), предел прочности при сжатии пеностекла 2-6 МПа. Кроме того, пеностекло характеризуется водостойкостью,

морозостойкостью, несгораемостью, хорошим звукопоглощением, его легко обрабатывать режущим инструментом.

Пеностекло в виде плит длиной 500, шириной 400 и толщиной 70-140 мм используют в строительстве для утепления стен, перекрытий, кровель и других частей зданий, а в виде полуцилиндров, скорлуп и сегментов - для изоляции тепловых агрегатов и теплосетей, где температура не превышает 300 °С. Кроме того, пеностекло служит звукопоглощающим и одновременно отделочным материалом для аудиторий, кинотеатров и концертных залов.

Асбестосодержащие материалы и изделия. К материалам и изделиям из асбестового волокна без добавок или с добавкой связующих веществ относят асбестовые бумагу, шнур, ткань, плиты и др. Асбест может быть также частью композиций, из которых изготавливают разнообразные теплоизоляционные материалы (совелит и др). В рассматриваемых материалах и изделиях использованы ценные свойства асбеста: температуростойкость, высокая прочность, волокнистость и др.

Алюминиевая фольга (альфоль)-новый теплоизоляционный материал, представляющий собой ленту гофрированной бумаги с наклеенной на гребне гофров алюминиевой фольгой. Данный вид теплоизоляционного материала в отличие от любого пористого материала сочетает низкую теплопроводность воздуха, заключенного между листами алюминиевой фольги, с высокой отражательной способностью самой поверхности алюминиевой фольги. Алюминиевую фольгу для целей теплоизоляции выпускают в рулонах шириной до 100, толщиной 0,005- 0,03 мм.

Практика использования алюминиевой фольги в теплоизоляции показала, что оптимальная толщина воздушной прослойки между слоями фольги должна быть 8- 10 мм, а количество слоев должно быть не менее трех. Плотность такой слоевой конструкции из алюминиевой (фольги 6-9 кг/м³, теплопроводность - 0,03 - 0,08 Вт/(м· С).

2 СПОСОБЫ ПАСТЕРИЗАЦИИ МАТЕРИАЛОВ

К главнейшим искусственным способам поризации материалов с приданием им теплозащитных свойств относятся следующие.

Способ газообразования основан на введении в сырьевую смесь компонентов, которые способны вызвать химические реакции с выделением в больших количествах газовой фазы. Газы, стремясь выйти из твердеющей пластической массы, образуют пористую структуру материала -- газобетона, газосиликата, газокерамики, ячеистого стекла, газонаполненной пластмассы и др.

В качестве химических газообразователей используются алюминиевая пудра и техническая перекись водорода (пергидроль). Алюминиевая пудра в результате реакции с гидроксидом кальция способствует выделению большого количества молекулярного водорода. Пергидроль легко разлагается в щелочной среде с образованием молекулярного кислорода. В обоих случаях вспучивается цементное тесто. Аналогично в расплавленные стекла и смолы вводятся реагенты, способствующие образованию газов CO_2 , N_2 и др.

Способ пенообразования основан на введении в воду затворения вяжущих пенообразующих веществ. Стабилизированные пузырьки пены представляют собой воздушные поры пенобетона, пеносиликата, пенокерамики и др. В качестве стабилизаторов пены для повышения ее стойкости до момента отвердевания вяжущего используются столярный клей, сернокислый глинозем, смолы и др. Пенообразователями служат соли жирных кислот - натриевые и калиевые мыла, мыльный корень и извлекаемый из него сапонин; клееканифольный пенообразователь, получаемый из канифольного мыла (соль абиетиновой кислоты $\text{C}_{19}\text{H}_{19}\text{COOH}$); алюмосульфонафтовый пенообразователь, получаемый из керосинового контакта и сернокислого глинозема; гидролизованная кровь (ГК), получаемая путем обработки отходов мясокомбинатов по схеме техническая кровь + едкий натр + железный купорос + хлористый аммоний. [3]

Способ повышенного водозатворения состоит в применении большого количества воды при приготовлении формовочных масс (например, из трепела, диатомита) и последующего ее испарения с сохранением пор при высушивании.

Этот способ применяют в производстве древесноволокнистых плит, торфяных, асбестотрепальных и других материалов.

Способ вспучивания заключается в нагревании до высоких температур некоторых горных пород и шлаков. Из сырья выделяются газы или водяные пары главным образом в связи с отделением химически связанной или цеолитной воды. При способе вспучивания сырьем служат перлит и обсидиан, вермикулит, некоторые разновидности глин, в особенности содержащие легкоплавкую закись железа (FeO). Эти и некоторые другие сырьевые материалы после вспучивания образуют соответствующие высокопористые теплоизоляционные материалы – вспученные перлит и вермикулит, керамзит, шлаковую пемзу и др. Так, например, при быстром нагревании вермикулит (вьюокогидратированный алюмосиликат магния) расщепляется на отдельные слюдяные пластинки, которых в 1 см^3 насчитывается до 200 тыс. шт. При этом зерна вермикулита сильно вспучиваются вследствие обильного выделения из минерала при нагревании химически связанной воды. Раздвигая пластинки, поры увеличивают объем зерен в 20--30 раз и более. Вспученный вермикулит характеризуется малой насыпной плотностью ($80\text{--}150 \text{ кг/м}^3$), низкой теплопроводностью $\lambda=0,09\text{--}0,12 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Обжиг производится во вращающихся и шахтных печах при быстром подъеме температуры до $800\text{--}1000^\circ\text{C}$ и последующем охлаждении. Аналогичное увеличение объема при вспучивании происходит и при быстром нагревании в печах перлита (высококремнеземистой породы). Насыпная плотность вспученного перлитового щебня составляет $160\text{--}500 \text{ кг/м}^3$. Пористость вспученного перлита может достигать 88-90% и более [3].

Способ распушения заключается в изготовлении из сравнительно плотного минерального сырья волокнистого материала в виде бесформенной массы с возможным последующим приданием ей формы изделий. Наибольшее распространение этот способ получил в производстве минеральной и стеклянной ваты и изделий из них. Сырьем для минеральной ваты служат пегматиты, туфы и другие горные породы и металлургические шлаки, а для изготовления стеклянной ваты используют стеклянный бой и отходы стекла на стекольных заводах.

Способом распушения получают также органические теплоизоляционные материалы - хлопковую и шерстяную вату, ватные изделия (ватин, войлок), древесные волокна и др.

В нашей стране наибольшее применение в строительстве находит минеральная вата в связи с доступностью местного сырья. Для оценки пригодности сырья определяют его химический состав и модуль кислотности. В общем случае оптимальный химический состав шихты: SiO_2 - 40-42%, Al_2O_3 - 12%, Fe_2O_3 - 3-4%, CaO - 30%, MgO - 10-12% при модуле кислотности $M = 55:45 = 1,22$. Рекомендуемые пределы модуля кислотности 0,6-1,5, при значениях которого толщина волокон ваты составляет 2-10 мкм, тогда как при его увеличении ухудшается вата, и волокна достигают толщины 10-40 мкм.

Самым распространенным способом плавки шихты является ваграночный; применение ванн пламенных и электрических печей более ограничено. Вагранка -- шахтная цилиндрическая печь из листовой стали и футерованная изнутри шамотным кирпичом. В зависимости от производительности вагранки диаметр шахты, куда загружают шихту, составляет от 750 до 1250 мм при высоте, в 425 раз большей диаметра. Охлаждение шахты в зоне плавления производится с помощью водяной рубашки. Максимальная температура газов в вагранке достигает 1700°C и выше, что зависит от интенсивности горения кокса. Вязкость вытекающего расплава составляет не более 2,0-2,5 Па, что регулируется добавлением в шихту плавней.

Существует несколько способов переработки расплавов в минеральную вату, но к основным относятся дутьевой и центробежный. При дутьевом способе расплав попадает на желоб и рассекатели. Вертикальная струя расплава разбивается струей пара или воздуха, поступающих к соплу под давлением 0,6-0,8 МПа и выходящих из сопла со скоростью 700-800 м/с. При встрече со струей расплава образуются капли, вытягивающиеся в цилиндрики и грушевидные тела. Дальнейшее удлинение грушевидных тел приводит к образованию нитей из расплава при раздуве. Часть волокон не успевает оформиться и остается близкой по форме к каплям-шарикам, называемым корольками. С увеличением давления и скорости истечения

уменьшается количество нежелательных корольков в вате. Волокна, образовавшиеся при раздуве, увлекаются в специальную камеру и там осаждаются. В нижней части камеры установлен сетчатый конвейер, оканчивающийся валиками для подпрессовки ваты. Для придания эластичности волокна опрыскивают синтетическим связующим или битумом, что позволяет придавать вате форму матов, плит и др.

При переработке расплава центробежным способом струя направляется на горизонтально расположенный диск с радиальными насечками (канавками). Диск насажен на вертикальный вал, который от мотора передает вращательное движение диску со скоростью 3500-4000 об/мин. Под влиянием центробежной силы струя, стекающая по канавкам с диска, разбрасывается в виде тончайших нитей, прижимаемых сжатым воздухом к корпусу установки. Волокно из центробежной установки переносят к прессу и прессуют его в кипы или направляют на формование изделий [3].

Качество минеральной ваты характеризуется средней плотностью от 50 до 125 кг/м³, пористостью - до 90%, теплопроводностью – 0,038-0,043 Вт/(м·К) при температуре 25±5°С.

Дутьевым и центробежным способом получают также стекловату, а направленное стекловолокно -- способом непрерывного вытягивания нити из отверстий (фильер) жароупорной пластины (фильерный способ). Получаемые нити отличаются высокой прочностью на растяжение: при диаметре 4-5 мкм прочность составляет до 50 МПа.

Способом распушения получают асбест, а затем асбестовый материал, являющийся хорошим теплоизолятором, особенно в виде асбестовых бумаги, картона, войлока, а также пластичных смесей и изделий на основе вяжущих.

Известен еще один способ поризации теплоизоляционных материалов – способ выгорающих органических веществ, вводимых в сырье как порообразующие добавки, в частности, при производстве керамических теплоизоляционных изделий. К керамическому сырью – диатомиту, трепелу, глине и т. п. – добавляют опилки дробленый уголь, торф, лигнин и др., а для мелкой и

равномерной пористости -- нафталин, который при нагревании полностью улетучивается (возгоняется). На выгорании органического «ядра» из сферической минеральной оболочки основано производство полого шарообразного заполнителя – керамического вакулита. Этот способ позволяет использовать не вспучивающееся сырье, учитывая дефицитность вспучивающихся глин. Насыпная плотность вакулита – до 300 кг/м³; используют в теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных легких бетонах.

Кроме свойств, упоминавшихся выше (теплопроводности, прочности, средней плотности), следует отметить еще ряд свойств теплоизоляционных материалов, обуславливающих их качество. Температуростойкость и стойкость к термической деструкции характеризуют способность материала выдерживать длительный нагрев при высокой температуре без изменения своего состояния. От этого свойства зависит максимальная температура применяемого материала, например, минеральной ваты каолинового состава – до 1150°C, вспученного перлита – до 900°C, обычной минеральной ваты – до 600°C. Огнестойкость характеризует способность воспламеняться и гореть.

Влагопоглощение – способность поглощать, а водоудерживающая способность – удерживать влагу при контакте с ней. Вместе с другими свойствами – водостойкостью, гигроскопичностью, водопроницаемостью – они отражают важные стороны качества теплоизоляционных материалов и изделий.

Вода отрицательно влияет и на теплозащитные свойства материалов, и на его долговечность в конструкциях. Устраивают защитные покрытия по теплоизоляции из стеклопластиков, алюминиевой фольги и др.

3 ПОЛИМЕРНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Теплоизоляционные материалы, получаемые на основе органических полимеров, характеризуются значительной легкостью, малой теплопроводностью и достаточной механической прочностью. Особый интерес представляют «заливочные» пено- и поропласты на основе фенолоформальдегидных, пенополистирольных, пенополивинилхлоридных и полиуретановых полимеров. Образование теплоизолирующей прослойки пено- или поропласта непосредственно при изготовлении стеновых панелей значительно упрощает и удешевляет производство работ.

Пенополистирол имеет пористую структуру с замкнутыми ячейками, заполненными воздухом или газом (азот и др.). Сырьем для изготовления пенополистирола служат суспензионный полистирол и порофор как вспенивающий компонент.

Эту разновидность пенопласта выпускают в виде плит, изготавливаемых беспрессовым способом, марок ПС-С (с антипиреном) и ПСБ (без него) или фасонных изделий марок ПС-1, ПС-4 и ПС-6. Пенополистирол характеризуется следующими показателями физико-механических свойств: средняя плотность плит находится в пределах 20-40 кг/м³, теплопроводность 0,035-0,4 Вт/(м·К), предел прочности при изгибе до 0,18 МПа, водопоглощение по объему - не более 2-5% за 24 ч. Пенополистирол не подвержен гниению, легко гвоздится и склеивается со многими строительными материалами. Он используется в конструкциях совмещенных кровель, в строительстве холодильников, при устройстве внутренних перегородок, междуэтажных перекрытий, вентиляционных каналов, утепления стен.

К весьма эффективному материалу относится экструзионный пенополистирол «Экспол», вспучивающийся через расплав в экструдере. Он характеризуется максимальной устойчивостью теплотехнических и физико-механических свойств во времени. Его структура отличается микропористостью при нулевой капиллярности, что обеспечивает низкое водопоглощение при гарантированной высокой прочности. Такое сочетание позитивных показателей

свойств пенополистирола благоприятствует его высокой долговечности. Он применяется как утеплитель оснований автомобильных дорог и железнодорожного полотна, подземных частей зданий и сооружений, в конструкциях кровли, в зонах вечной мерзлоты и т. п.

Пенополивинилхлорид - жесткий, эластичный или полуэластичный пенопласт. Плиточный жесткий пенопласт ПХВ-1 - легкая газонаполненная пластмасса равномерного, замкнутопористого строения. Длина и ширина плит бывает 500 мм при толщине не менее 45 мм. Эти плиты устойчивы к действию кислот, щелочей, воды и могут быть использованы в интервале температур от -60 до +60°С. Средняя плотность ПХВ-1 70-130 кг/м³, предел прочности при сжатии (перпендикулярно плоскости плиты) 0,4-7 МПа, водопоглощение за 24 ч не более 0,3%, теплопроводность - 0,04 Вт/(м·К) [4].

Пенополивинилхлорид широко применяют для термоизоляции холодильников, рефрижераторов, а также для звукоизоляционных целей наравне с пенополистиролом.

Пенополиуретаны – газонаполненные пенопласта, получающиеся на основе полиэфиров и диизоцианатов. Выпускают их в виде плит размером 500х500х50 мм. Такие пенопласты могут быть применены в интервале температур от -60 до +170°С. Пенополиуретаны имеют среднюю плотность 100-200 кг/м³, теплопроводность -- 0,06 Вт/(м·К); предел прочности при сжатии от 0,55 до 2,2 МПа.

Жесткие пенополиуретаны можно обрабатывать на токарных станках, пилить, сверлить, гвоздить. Пенополиуретан применяют в качестве тепло- и звукоизоляционного материала, в виде скорлуп и сегментов; широко используют для изоляции трубопроводов горячего и холодного водоснабжения.

Плиты теплоизоляционные из пенопласта на основе резальных фенолоформальдегидных смол применяют в ограждающих конструкциях при температуре изолируемых поверхностей не более 130°С. Это трудносгораемые изделия, марки по средней плотности 50, 75, 100. Размеры плит: длина - от 600 до 3000, ширина – 500-1200, толщина – 50-150 мм. Предел прочности при изгибе – не менее 0,08-0,26 МПа (в зависимости от марки), теплопроводность – не более

0,038-0,043 Вт/(мК), влажность при отгрузке плит всех марок -- не более 20% по массе.

Изделия теплоизоляционные из пенопласта марок ФПП-1 и резопен применяют в виде цилиндров, полуцилиндров, сегментов и отводов. Они имеют среднюю плотность в сухом состоянии 65-110 кг/м³. Внутренний диаметр цилиндров 47-221 мм, номинальная толщина 30, 40, 50, 60 мм и длина 1000 и 1500 мм. Их применяют для теплоизоляции трубопроводов диаметром 45-219 мм. Полуцилиндры применяют для изоляции трубопроводов диаметром 45-273 мм, сегменты – диаметром 325-1020 мм. Сотопласты – тепло- и звукоизоляционные материалы, получаемые путем горячего формования гофрированных листов бумаги, ткани или древесного шпона, предварительно пропитанных фенолоформальдегидным резольным полимером [4].

Физико-механические свойства сотопластов зависят в основном от формы и размеров сот и от природы материала, образующего стенки полостей. Благодаря невысокой стоимости и малой теплопроводности наиболее широкое применение в строительстве получили сотопласты с наполнителем из хлопчатобумажных тканей и бумаги. Для улучшения теплотехнических показателей материала ячейки-соты заполняют измельченным пенопластом или стекловатой. Сотопласты применяют чаще всего как промежуточный слой при изготовлении трехслойных высокопрочных панелей.

Мипора – легкий, тепло- и звукоизоляционный материал в виде затвердевшей пены белого цвета. Сырьем для мипоры служат мочевиноформальдегидные полимеры, 10%-ный раствор сульфонафтенных кислот и некоторые добавки.

Мипору выпускают блоками объемом от 0,005 до 0,100 м³ (при толщине 10 и 20 см) или в виде плиток и крошки.

Основные физико-механические свойства мипоры: средняя плотность 10-20 кг/м³, теплопроводность 0,03 Вт/(мК). Крайне малая механическая прочность мипоры затрудняет ее непосредственное применение.

4 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Производство полужестких плит из базальтового волокна, получаемых из расплава горных пород методом центрифугирования.

Описание процесса.

Складирование сырья. Сырье: базальт в виде щебня или бута поступает на завод авто или железнодорожным транспортом, хранится в не отапливаемом складе отдельно в отсеках, исключая загрязнения посторонними примесями (глина, песок, металл) с минимальным запасом сырья до одного месяца работы предприятия.

Дробление сырья. При поступлении крупными кусками сырье дробится на щековой и конусной дробилках с выделением на грохоте необходимых фракций. Мелкие фракции (отсев) реализуется, дробление сырья производится последовательно, дробленное сырье направляется ленточными конвейерами в соответствующие отсеки на промежуточное хранение.

Транспортировка исходного сырья. Из отсеков исходное сырье загружается грейферным краном в автосамосвал, которым оно транспортируется в приемный бункер шихто-приготовительного отделения.

Приготовление шихты. При использовании однокомпонентной шихты, дозирование и смешивание из процесса исключают.

Получение расплава. Загрузка шихты в плавильную печь производится равномерным слоем через загрузочные окна с помощью загрузчиков. Работа загрузчиков осуществляется от уровнеметра. Плавление сырья производится в ванной плавильной печи непрерывного действия с фидером [5].

Производительность печи до 28 тонн расплава в сутки. Удельный съем расплава с плавильной части печи до 900 кг/мг в сутки. Печь и фидер отапливаются мазутом и керосином форсунками. Уровень расплава контролируется уровнеметром. В стенах и в своде печи предусмотрены отверстия для установки термопар и уровнеметра. Для уменьшения расхода топлива и утилизации тепла отходящих газов, воздух идущий на горение, подогревается в регенераторе. Подача

воздуха до 500⁰С. Газовая среда в печи окислительная, давление слабоположительное.

Получение расплава осуществляется по стадиям: плавление и стеклообразование, дегазация и гомогенизация в плавильной части печи. Для получения однородного расплава в выработочной части печи предусмотрен порог. Студка расплава до температурного интервала выработки происходит в выработочной части печи и фидере. Ванна бассейна печи и канал фидера выполняются из бакорового огнеупора, свод и стены рабочего пространства выкладываются диновыми огнеупорами.

Выработка расплава. Из плавильной части бассейна печи расплава поступает в выработочную часть печи и далее в фидер. Фидер имеет индивидуальное отопление керосином, с помощью которого поддерживается в нем необходимая температура. Фидер представляет собой канал шириной 0.5 м с приподнятым по отношению к ванне дном. Фидер оканчивается отверстием, через которое струя расплава направляется в сливное устройство, заканчивающееся водоохлаждающим и регулируемым лотком, направляющим струю расплава на первые валки центрифуги [5].

Волокнообразование и формирование ковра. Струя расплава направляется на первые валки центрифуги с координатами по ширине точно в цент валка, по окружности- под углом 45⁰ к вертикальной плоскости, проходящей через ось валка. Расплав, сбрасываемый с первого валка, должен полностью попадать на поверхность второго валка и далее последовательно на валки 3 и 4. В процессе волокнообразования участвуют все четыре валка. Благодаря высокому числу оборотов валков расплав приобретает ускорение и при этом вытягивается в волокно. Образовавшие волокна отдуваются от валков с помощью воздушных систем воздушного шкафа в камеру волокноосаждения.

При смещении струи с указанного места, вследствие образования на лотке настыви, оператор должен крючком сбросить настывль в отходы. Если смещение струи расплава произошло в результате значительного изменения выхода расплава, оператором регулируется положение струи перемещением лотка.

В камере волокноосаждения волокна охлаждаются и осаждаются на сетке приемно-формирующего конвейера. Под верхней ветвью сетки приемного конвейера установлена вакуум камера для удаления отработанного энергоносителя (воздуха).

Толщина волокнистого ковра регулируется скоростью движения приемного конвейера.

Скорость движения сетки конвейера регулируется от 1 до 5 м/мин. Перед сушильной камерой ковер уплотняется прижимным барабаном. Ковер должен иметь равномерную плотность.

Сушильная камера предназначена для установления свойств полужесткой плиты: степени затвердевания, толщины, плотности. Материал проходит через всю камеру между двумя конвейерами, которые определяют его толщину. Горячий воздух температурой 150...300⁰С просачивается через материал, в результате чего происходит сушка ковра последнего (отвердевание).

Резка затвердевшего ковра на отдельные плиты, осуществляется механизмами отрезки (ножи поперечной и продольной резки) через определенные промежутки времени по сигналу конечных выключателей. Предельные отклонения от номинальных размеров плит не должны превышать приведенных в таблице.

Таблица 7 – Предельные отклонения от номинальных размеров плит

Размеры	мм	Допускаемые отклонения, мм
Длина	от 1000 до 2000	+ 30 ; - 20
Ширина	от 1000 до 2000	
Толщина	50,60,70,80,100	± 20 ; +5 ; - 4

Маты должны иметь прямоугольную форму, ровные края и равномерную плотность.

Для подачи плиты далее по линии имеем промежуточный конвейер. Привод осуществляется от примыкающего агрегата.

Стол штабелёр поз. 20 служит сборником плит определенной высоты пачки.

Толкатель выполняет роль податчика собранного пакета плит на упаковочную машину или ЛУМП-2.

Упаковочная машина поз. 22 и ПУМП2 полностью автоматизированная линия для упаковки продукции в термоусадочную пленку, в данном случае пакет полужестких плит.

Транспортировка упакованного ковра на склад готовой продукции осуществляется тележкой.

Хранение. Полужесткие плиты хранятся в штабелях высотой не более двух метров на очищенных бетонных площадках сухих, неотапливаемых помещений, при хранении в контейнерах возможна высота складывания до 4,5 метра.

<https://kursovik1.ru/unikalnye-raboty-v-pdf>

5 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ

Минеральная вата обретает сегодня всё большую популярность и востребованность, что вызвано не только её прекрасными техническими и эксплуатационными данными, но и вполне приемлемой ценовой политикой. Вместе с тем, многие даже и не подозревают о том, как изготавливается данный материал.

Минеральная вата изготавливается в России на основе множества материалов – доломита, базальта, диабаз, шлаковый материал получают за счёт шлакового отхода, идущего из доменной металлургии. Несмотря на тот факт, что внешне минеральная вата от разных производителей абсолютно идентична, на самом деле технология производства всё же имеет определённые различия. Формулы рассчитываются в специальных лабораториях, а итоги исследований хранятся в строжайшем секрете.

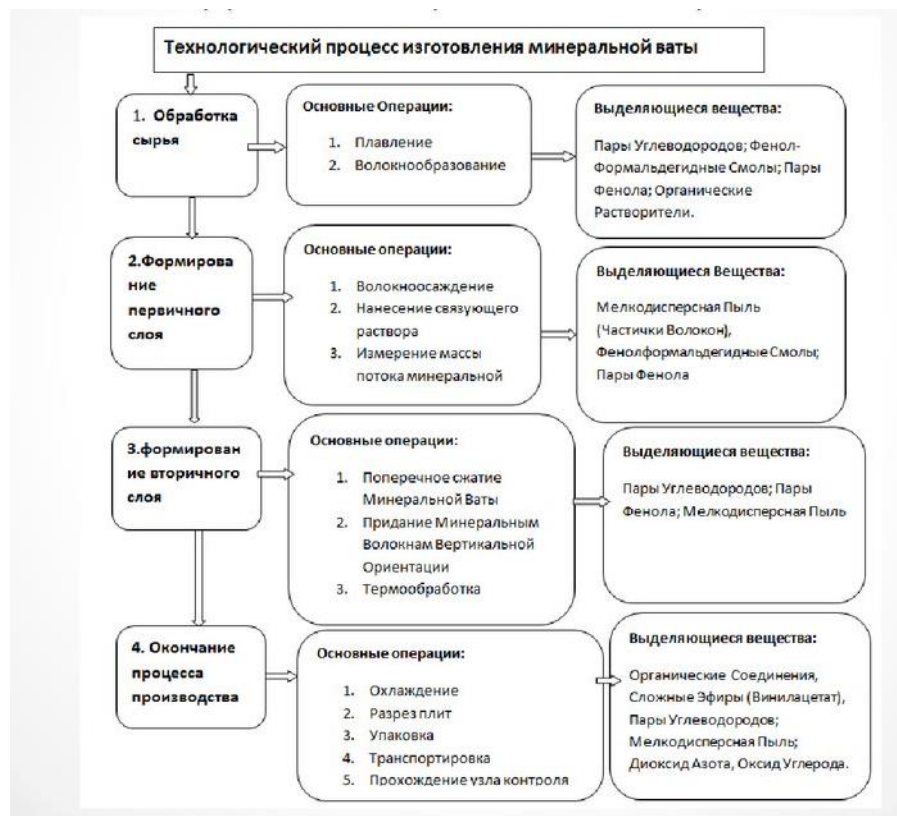


Рисунок 1 – Технологический процесс изготовления минеральной ваты

Рецептура данного материала учитывает его максимально возможные эксплуатационные и технические параметры, отличные теплоизоляционные данные, а также повышенную сопротивляемость нагрузкам динамического

характера. На качество материала огромное значение оказывает его химическая формула, а также толщина получаемого волокна – чем оно тоньше, тем лучше теплоизоляционные характеристики у минваты. Да и стоимость такого материала значительно выше [6].

Этапы изготовления минеральной ваты:

- В первую очередь проводится расплавление исходного сырья. Предварительно подготовленная смесь загружается в специальные печи, ванны или вагранки. Рабочая температура достигает 1400-1500 градусов. Степень вязкости расплава определяет длину и толщину волокон, их динамику и теплоизоляционные данные;

- Готовый расплав перемещается внутрь центрифуги, где вращающиеся при скорости 7000 об/мин валки превращают состав во множество отдельных и независимых волокон. Здесь же они покрываются связующими на синтетической основе, для чего чаще всего применяются различные смолы. За счёт мощного потока воздуха волокна перемещаются в камеру охлаждения, формируя нечто, напоминающее ковёр;

- Ламельное или гофрировочное оборудование придаёт волокнам требуемый объём и длину, после чего наступает черёд термокамеры. Под воздействием высокой температуры состав полимеризуется и обретает окончательный объём, размер и форму. Показатели прочности формируются на завершающем этапе, где чрезвычайно важно выдержать верный температурный режим;

- В завершение минвата режется на блоки требуемых габаритов и упаковывается. Для упаковки применяется плёнка с эффектом термоусадки, благодаря чему можно гарантировать сохранность минваты в процессе погрузки, транспортировки и последующего хранения.

<https://kursovik1.ru/unikalnye-raboty-v-pdf>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теплоизоляционными называют материалы, применяемые в строительстве жилых и промышленных зданий, тепловых агрегатов и трубопроводов с целью уменьшить тепловые потери в окружающую среду. Теплоизоляционные материалы характеризуются пористым строением и, как следствие этого, малой плотностью (не более 600 кг/м³) и низкой теплопроводностью (не более 0,18 Вт/(м·°С)).

Использование теплоизоляционных материалов позволяет уменьшить толщину и массу стен и других ограждающих конструкций, снизить расход основных конструктивных материалов, уменьшить транспортные расходы и соответственно снизить стоимость строительства. Наряду с этим при сокращении потерь тепла отапливаемыми зданиями уменьшается расход топлива. Многие теплоизоляционные материалы вследствие высокой пористости обладают способностью поглощать звуки, что позволяет употреблять их также в качестве акустических материалов для борьбы с шумом.

Теплоизоляционные материалы классифицируют по виду основного сырья, форме и внешнему виду, структуре, плотности, жесткости и теплопроводности.

Теплоизоляционные материалы по виду основного сырья подразделяются на неорганические, изготавливаемые на основе различных видов минерального сырья (горных пород, шлаков, стекла, асбеста), органические, сырьем для производства которых служат природные органические материалы (торфяные, древесноволокнистые) и материалы из пластических масс.

По форме и внешнему виду различают теплоизоляционные материалы штучные жесткие (плиты, скорлупы, сегменты, кирпичи, цилиндры) и гибкие (маты, шнуры, жгуты), рыхлые и сыпучие (вата, перлитовый песок, вермикулит).

Минеральное волокно получают из силикатных расплавов горных пород, металлургических шлаков и др. К минераловолокнистым материалам относят минеральную вату (шлаковату), волокно на основе горных пород, базальтовое и стеклянное волокно. Минеральная вата состоит из тончайших взаимно переплетающихся волокон, находящихся в стекловидном состоянии, и неволоконистых включений в виде капель застывшего расплава [6].

Минеральную вату (минеральное волокно) применяют для изготовления тепло- и звукоизоляционных изделий, а также в качестве теплоизоляционного материала в строительстве и промышленности для изоляции поверхностей температурой не более 700°C. Высокие показатели теплоизоляционных свойств минеральной ваты и изделий из нее, недефицитность сырьевых материалов для ее изготовления, сравнительно низкая стоимость определили широкое распространение этого материала в строительстве. Теплоизоляционные свойства минеральной ваты обусловлены содержанием в ней большого количества воздушных пор и каналов (95% от общего объема ваты).

Теплоизоляционные плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем (ГОСТ 9573) и их аналоги на основе волокна из горных пород применяют при изоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов при температуре изолируемой поверхности от -60 до +400°C.

Минераловатные плиты повышенной жесткости на синтетическом связующем (ГОСТ 22950) и их аналоги на основе волокна из горных пород и на основе стекловолокна используют в строительных конструкциях, в том числе стеновых панелях, перекрытиях, покрытиях.

<https://kursovik1.ru/unikalnye-raboty-v-pdf>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боженков, А.Ш. Конструкции и технология строительного производства Сб. ст. Редкол.: Боженков А. Ш. (отв. ред.) и др.; Караганд. политехн. ин-т. - Караганда, 1979. - 130 с.
2. Сошин, А.В. Технология строительного производства учебник для вузов по специальности «Пром. и граждан. стр-во» А. В. Сошин и др.; под ред. А. В. Сошина. - М.: Стройиздат, 1964. - 424 с. ил.
3. Теплоизоляционные материалы. – <https://stud-baza.ru/teploizolyatsionnyie-materialyi-referaty-materialovedenie>
4. Технология производства теплоизоляционных материалов и изделий. – https://otherreferats.allbest.ru/construction/00028963_0.html
5. Технология производства теплоизоляционных материалов. – <https://studfiles.net/preview/5809442/page:8/>
6. Технология изготовления минеральной ваты. – <http://osnovam.ru/izolyaciya/tehnologiya-izgotovleniya-mineralnoy-vaty>