

Машкин Н.А., Ильина Л.В., Игнатова О.А., Каткова Т.Ф.,
Э.А. Кучерова, Проталинский А.Н., Пименов А.Т., Тацки Л.Н.

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Новосибирск 2011
Министерство образования и науки Российской Федерации
Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Под ред. д-ра техн. наук, профессора Н.А. Машкина

*Рекомендовано Новосибирским
региональным отделением УМО
вузов Российской Федерации по образованию
в области строительства в качестве учебного
пособия для направления подготовки «Строительство»*

Новосибирск 2011

УДК

ББК

X

Современные строительные материалы и технологии – учеб. пособие / Н.А. Машкин [и др.]; под ред. Н.А. Машкина; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2011. – 226 с.

ISBN

В учебном пособии рассмотрены наиболее распространенные в настоящее время строительные материалы, изделия и конструкции, особенности их свойств, требования к сырьевым компонентам, а также основы их производства.

Учебное предназначено для направления подготовки «Строительство», а также для аспирантов и специалистов строительной отрасли.

Печатается по решению издательско-библиотечного совета
НГАСУ (Сибстрин)

Рецензенты:

- А.Ф. Косач, д-р техн. наук, профессор (ЮГУ);
- А.С. Денисов, д-р техн. наук, профессор (НГАУ)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
Глава 1. ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА	6
Глава 2. БЕТОНЫ	28
Глава 3. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ	32
Глава 4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ И СУХИЕ СМЕСИ	42
Глава 5. СТЕНОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ И КОНСТРУКЦИИ....	49
Глава 6. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	75
Глава 7. АКУСТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	91
Глава 8. ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	97
Глава 9. КРОВЕЛЬНЫЕ И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	187
Глава 10. МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ	206
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	223

ПРЕДИСЛОВИЕ

Значение курса «Современные материалы и технологии» является весьма важным, поскольку знание свойств и основ производства строительных материалов, изделий и конструкций позволяет правильно спроектировать, построить и эксплуатировать современные здания и сооружения.

Курс «Современные материалы и технологии» является основой для изучения ряда специальных дисциплин: строительные изделия и конструкции, технология и организация строительного производства, водоснабжение, канализация, теплоснабжение, вентиляция и др.

При изучении свойств строительных материалов их классифицируют по областям их применения в строительстве, по роду сырья и по общности технологических процессов их изготовления. В настоящем учебном пособии строительные материалы, изделия и конструкции рассматриваются в соответствии с областями их применения в строительстве.

Уже в глубокой древности наши предки научились изготавливать такие строительные материалы, как кирпич, воздушную и гидравлическую известь, растворы и бетоны на их основе, со знанием дела применяли их в строительной практике. С открытием портландцемента в начале 19 века производство строительных материалов и изделий было поставлено на промышленную основу. Современное строительство нуждается в широчайшей номенклатуре строительных материалов и изделий для несущих и ограждающих конструкций, теплоизоляции и гидроизоляции зданий и сооружений, материалов для строительства автомобильных дорог, мостов и тоннелей.

Курс «Современные материалы и технологии», представленный в настоящем учебном пособии, базируется на ранее изучавшихся дисциплинах «Химия» и «Материаловедение», которые дают представление о структуре и основных свойствах сырьевых компонентов и строительных материалов, а также о технологических принципах их производства.

Предисловие написано проф. Машкиным Н.А., гл. 1 доц. Катковой Т.Ф., 2,3,4 доц. Проталинским А.Н., 5 проф. Тацки

Л.Н., 6,7 доц. Игнатовой О.А., 8 проф. Кучеровой Э.А., 9 проф. Пименовым А.Т., 10 проф. Машкиным Н.А. Общее редактирование осуществлено проф., д.т.н. Машкиным Н.А.

Содержание предлагаемого учебного пособия соответствует требованиям учебной программы подготовки бакалавров и специалистов для строительных специальностей высших учебных заведений.

Изложение материала приведено по возможности кратко, учитывая сравнительно небольшой объем курса, изучаемого студентами строительных специальностей.

Авторы выражают благодарность своим сотрудникам за замечания и пожелания по содержанию учебного пособия, а также за помощь при подготовке рукописи.

Учебное пособие предназначено для направления подготовки «Строительство», а также для аспирантов и специалистов строительной отрасли.

ГЛАВА 1. ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Вязжущими веществами называются такие материалы, которые на определенной стадии переработки обладают вязкопластичными свойствами, при этом способны связывать рыхлые сыпучие массы (минеральные порошки, мелко- и крупно зернистые материалы – песок, щебень, гравий и др.) и постепенно переходить в твердое состояние.

В определении вяжущих веществ можно выделить три ключевых момента:

- 1) эти материалы какое-то время способны находиться в вязкопластическом состоянии. Благодаря этому свойству смеси вяжущих материалов с наполнителями и заполнителями могут формироваться, то есть принимать нужную форму (изделия, конструкции);
- 2) вяжущие должны обладать способностью хорошо «сцепляться» с поверхностью наполнителей, заполнителей на пластической стадии и после отвердевания. Это свойство называется «адгезией»;
- 3) вяжущие материалы должны из пластической стадии переходить в твердое состояние, образуя «искусственный камень», имеющий определенную прочность и другие характерные свойства.

Роль вяжущих веществ, главным образом, заключается в создании тонких прослоек между частицами, зернами сыпучих материалов, соединяющих их «воедино». Отвердевшее вяжущее образует непрерывную матрицу в объеме материала. Характерный пример – материалы конгломератной структуры: бетоны, кладочные и штукатурные растворы, асфальтобетон.

Одновременное наличие всех трех «ключевых особенностей» вяжущих веществ присуще достаточно большой группе материалов. В зависимости от химического состава они подразделяются на группы:

- Неорганические (минеральные) вяжущие вещества (гипс, строительная известь, портландцемент и др.).

- Органические вяжущие вещества:
 - «черные вяжущие» (битум, деготь);
 - полимерные связующие (поливинилхлорид, эпоксидные, полиэфирные и фенолоформальдегидные смолы и др.).

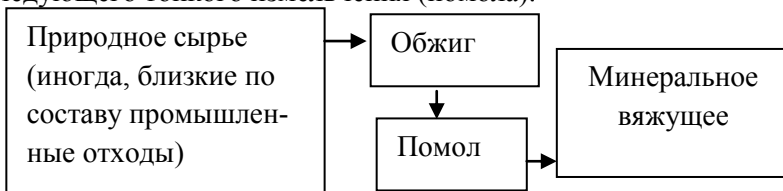
Для каждой группы вяжущих характерны специфические особенности состава и свойств, обуславливающие их связующую способность. Задача – выяснить эти специфические особенности, отличающие одни вяжущие от других и определяющие область их применения.

Неорганические вяжущие вещества

Это порошкообразные минеральные материалы, которые при смешивании с водой (или водными растворами солей и др. веществ) образуют пластичное тесто, способное со временем отвердевать, превращаясь в камневидное тело.

Характерные особенности неорганических вяжущих:

1) Неорганические вяжущие являются продуктом обжига соответствующего природного минерального сырья (то есть относятся к группе обжиговых строительных материалов) и последующего тонкого измельчения (помол).



Природное сырье представляет собой достаточно стабильный (химически неактивный, например, по отношению к воде) материал.

При обжиге изменяются химический и фазовый составы сырья. Образуются новые минералы, способные вступать в химическое взаимодействие с водой.

При обжиге известняка из CaCO_3 образуется CaO (воздушная известь), при обжиге природного гипса в зависимости от температуры из $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ образуется:

$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ (строительный гипс)

или CaSO_4 (ангидритовый цемент)

или $\text{CaSO}_4 + \text{CaO}$ (эстрих-гипс)

Все эти минералы способны вступать в химические реакции с водой.

Помол обожженного сырья многократно увеличивает поверхность материала, способную контактировать (и взаимодействовать) с водой.

2) В вязко-пластическое состояние минеральные вяжущие вещества переходят при затворении водой (смешивании с водой). Именно количество воды в смеси (водо-вяжущее отношение) определяют реологические свойства теста, растворной или бетонной смеси. К ним относятся: подвижность (способность растекаться), жесткость, напряжение сдвига (характеризует структурную прочность), вязкость и т.д.

3) Схватывание (переход из пластического состояния в камнеподобное) и твердение (рост прочности) минеральных вяжущих веществ связаны с химическими и физико-химическими процессами взаимодействия минералов вяжущего вещества с водой.

Химические процессы взаимодействия минералов вяжущего и воды (или водными растворами активаторов твердения) приводят к образованию новых фаз, содержащих химически связанную воду. Поэтому процесс твердения минеральных вяжущих называется «гидратным твердением» или «гидратационным твердением», а образующиеся соединения называются «гидратными новообразованиями».

Минералы
вяжущего
вещества

+ H_2O →

Гидратные
новообразования

Обычно чем выше растворимость минералов вяжущего вещества в воде, тем выше скорость химической реакции.

Физико-химические процессы образования и уплотнения структуры искусственного камня связаны с различной растворимостью исходных и новых фаз.

Минералы вяжущего вещества обладают некоторой растворимостью в воде. Поэтому при затворении вяжущего водой начинается процесс растворения минералов вяжущего с поверхности частиц. В растворе и на поверхности частиц протекают химические реакции.

Новые соединения, образующиеся при взаимодействии минералов вяжущего с водой, обычно имеют значительно меньшую растворимость в воде, чем исходные фазы минералов. Поэтому они выделяются из жидкой фазы в виде частиц коллоидных размеров (10^{-7} – 10^{-8} м). По мере увеличения количества образовавшихся частиц новообразований, их «слипания» друг с другом, тесто вяжущего постепенно загустевает, а затем схватывается (переходит в камневидное состояние).

За счет увеличивающегося количества новообразований ранее выделившиеся частицы укрупняются, постепенно кристаллизуются. Кристаллы способны расти, срастаться между собой, образуя «кристаллические сростки». Пространство между кристаллами и сростками заполняется вновь выделяющимися коллоидными частицами. Так постепенно уплотняется структура, что приводит к росту прочности искусственного камня.

Водостойкость искусственного камня, образовавшегося при твердении минерального вяжущего (способность сохранять прочность при насыщении водой), зависит от растворимости продуктов взаимодействия вяжущего и воды.

4) Способность минеральных вяжущих «склеивать» зерна наполнителей и заполнителей.

На стадии вязкопластичного состояния «склеивание» связано, главным образом, с присутствием воды в смеси, то есть с действием сил поверхностного натяжения на границе раздела фаз «твердое тело – жидкость – газ». На стадии твердения вя-

жущего – со способностью гидратных новообразований «сцепляться» друг с другом и с поверхностью зерен.

Именно новообразования обеспечивают адгезию затвердевшего вяжущего к поверхности заполнителей. Чем выше «химическое сродство» новообразований и поверхности заполнителей, тем выше прочность сцепления между ними.

Прочность сцепления минеральных вяжущих с минеральными наполнителями и заполнителями обычно выше, чем с органическими заполнителями (древесными опилками, щепой).

Итак, особенности минеральных вяжущих веществ зависят от их состава (от состава сырья и способа получения – обжига), а вяжущие свойства связаны с химическими и физико-химическими процессами взаимодействия с водой.

Классификация минеральных вяжущих веществ прежде всего связана с условиями, при которых происходит их схватывание и твердение, а затем – с составом вяжущих, зависящим от вида сырья и технологии получения (табл. 1.1).

Воздушные вяжущие по химическому составу подразделяются на гипсовые вяжущие, основой которых является сернокислый кальций (CaSO_4); известковые вяжущие составы, включающие оксид кальция (CaO); магнезиальные вяжущие, содержащие каустический магнезит (MgO); жидкое стекло – силикат натрия или калия в виде водного раствора Na_2SiO_3 или K_2SiO_3 .

Гидравлические вяжущие вещества по химическому составу представляют систему, состоящую из соединений четырех видов: $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Эти соединения образуют:

- силикатные цементы, состоящие из силикатов кальция (до 75 %), портландцемент и его разновидности;

- алюминатные цементы, вяжущей основой которых являются алюминаты, глиноземистый цемент и его разновидности.

При автоклавном твердении, происходящем в среде насыщенного водяного пара, вяжущие затвердевают с образованием плотного прочного камня, известково-кремнеземистые, известково-шлаковые вяжущие, нефелиновый цемент и др.

Таблица 1.1 Классификация неорганических вяжущих веществ

Типы классификации	Группы вяжущих		
о условиям твердения	I. Вяжущие воздушного твердения – способны твердеть и сохранять прочность только в <u>воздушно-сухих условиях</u>	II. Вяжущие гидравлического твердения – способны после начального твердения <u>в воздушно-влажных условиях</u> твердеть, набирать прочность и сохранять её не только <u>на воздухе, но и в воде</u>	III. Вяжущие автоклавного твердения – способны эффективно твердеть только в условиях повышенных давлений и температуре в среде водяного пара (p=0,8–1,6МПа, t = 170–200 °С)
По составу (виду исходного сырья)	1. Гипсовые вяжущие а. Низкообжиговые: – строительный гипс – формовочный гипс – высокопрочный гипс б. Высокообжиговые: – ангидритовое вяжущее – эстрих-гипс 2. Магнезиаль-	1. Гидравлическая известь 2. Цементы на основе портландцементного клинкера – портландцемент – шлакопортландцемент – пластифицированный портландцемент – быстротвердеющий портландцемент – сульфатостойкий портландцемент	1. Известково-кремнеземистое вяжущее 2. Известково-нефелиновое вяжущее 3. Песчанистый портландцемент и др.

	ные вяжущие – каустический магнезит – каустический доломит 3. Жидкое стек- ло 4. Воздушная известь	и другие 3. Цементы на осно- ве глиноземистого клинкера – глиноземистый цемент – расширяющиеся цементы	
--	--	---	--

Среди вяжущих воздушного твердения находится самое быстротвердеющее вяжущее – строительный гипс (испытания на прочность проводятся через 2 часа после затворения вяжущего водой) и самое медленно твердеющее – воздушная известь (из-за медленного твердения показатели прочности не нормируются, качество воздушной извести определяется сортом – содержанием активных (способных гаситься) оксидов кальция и магния).

Как интересную особенность можно отметить, что практически все вяжущие воздушного твердения образуют искусственный камень белого цвета, поэтому они часто используются для изготовления отделочных материалов (легко окрашиваются в светлые тона пигментами). Водостойкость изделий на основе воздушных вяжущих повышается специальными приемами.

Клинкерные цементы – портландцемент и глиноземистый цемент – сравнительно «молодые» вяжущие вещества.

Изобретение портландцемента связывают с именами английского каменщика Джозефа Аспдина (патент 1824 г. на вяжущее под названием «портландцемент») и русского военного инженера-строителя Егора Челиева (книга 1825 г. по технологии «мертеля» – цемента). Но фактически наиболее близкое по составу и технологии получения к современному портландцементу вяжущее изобрел английский химик Чарльз

Джонсон (1830 г.), которое долго было известно под названием «цемент Уайта» (по имени владельца завода).

Таблица 1.2

Классификация клинкерных цементов (ГОСТ 30515)

Признак классификации	Виды цементов
По назначению	- общестроительные - специальные
По виду клинкера	На основе клинкера: -портландцементного; - глиноземистого; - высокоглиноземистого; - сульфоалюминатного; - сульфоферритного
По вещественному составу	- чистоклинкерные (бездобавочные); - с минеральными добавками
По прочности на сжатие	Цементы классов 22,5; 32,5; 42,5; 52,5. Класс прочности цемента – условное обозначение одного из значений прочности в максимальные сроки, установленные нормативными документами. Цементы марок М200, М300, М400, М500, М550, М600. Цементы без нормирования прочности на сжатие.
По скорости твердения (только общестроительные)	- нормальнотвердеющие – с нормированием прочности в возрасте 7 и 28 сут. - быстротвердеющие – с нормированием прочности в 2 и 28 сут.
По срокам схватывания	- медленносхватывающиеся – с нормируемым сроком начала схватывания более 2 ч - нормальносхватывающиеся – с нормируемым сроком начала

	схватывания от 45 мин до 2 ч - быстросхватывающиеся – с нормируемым сроком начала схватывания менее 45 мин
--	---

Вяжущие воздушного твердения главным образом получают при обжиге одного вида сырья (достаточно простого по составу) и в процессе обжига происходит термическое разложение исходных минералов с образованием простых по составу вяжущих. Отличительные особенности клинкерных цементов:

- клинкер получается обжигом искусственной смеси, составленной из нескольких компонентов;
- в процессе обжига происходит не просто термическое разложение исходных минералов сырья, но и химическое взаимодействие между продуктами разложения (оксидами) с образованием нескольких новых минералов (сложного и переменного состава), поэтому для получения клинкера требуются более высокие температуры, чем для обжига сырья при получении воздушных вяжущих;
- в процессе обжига смесь частично расплавляется, поэтому продукт обжига образует спекшиеся (плотные по структуре) гранулы, которые и называются «клинкером» (clink – по англ. – звон (стекла, металла).

Состав смеси и режим обжига подбираются таким образом, чтобы после обжига получились заданные количества определенных минералов.

Портландцементом называют гидравлическое вяжущее вещество, в составе которого преобладают силикаты кальция (70–80 %). Портландцемент – продукт тонкого измельчения клинкера с добавкой гипса (3–5 %). Клинкер представляет собой зернистый материал «горошек», полученный обжигом до спекания при температуре 1450 °С сырьевой смеси, состоящей в основном из углекислого кальция (известняки различного вида) и алюмосиликатов (глина, мергель, доменный шлак и др.). Небольшая добавка гипса регулирует сроки схватывания портландцемента.

<u>Сырьевая смесь:</u>	
карбонатная горная порода (CaCO_3) – (известняк, мел) – 75– 78 % +	Состав смеси должен обеспечить заданный <u>химический состав</u> <u>ПЦ клинкера:</u> CaO – 64–67 % SiO ₂ – 21–25 % Al ₂ O ₃ – 4–8 %
глинистая порода – 20–25 % (алюмосиликат –	
Al ₂ O ₃ ·nSiO ₂ mH ₂ O) (глина, глинистый сланец) + добавки – 1–2 %	Fe ₂ O ₃ – 2–4 %; — MgO < 5 %
↓	
тонкий помол сырья	помол производят в сухом или мокром виде
↓	
обжиг до спекания	максимальная температура обжигаемой смеси 1450 °С
↓	
ПЦ клинкер	

Портландцементный клинкер состоит из следующих основных минералов:

Трехкальциевый силикат (алит) $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (C_3S) – 40–65 %

Двухкальциевый силикат (белит) $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (C_2S) – 15–40 %

Трехкальциевый алюминат $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (C_3A) – 3–15 %

Четырехкальциевый алюмоферрит

$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (C_4AF) – 10–20 %

Таким образом, главные минералы ПЦ клинкера – силикаты кальция, в сумме содержание алита и белита достигает 75–80 %.

Чтобы из ПЦ клинкера получить портландцемент необходимо тонко помолоть его вместе с добавкой природного гипса и другими добавками.

ПЦ клинкер + гипс + добавки → помол → портландцементы.

Таким образом, клинкер – это продукт обжига, а цемент – продукт помола.

Гипс (двуводный сульфат кальция $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) вводится в цемент для регулирования сроков схватывания (без гипса молотый клинкер схватывается очень быстро). Содержание SO_3 в портландцементе должно быть не менее 1,0 % и не более 4 % от массы цемента, в расчете на гипс это 5–7 %.

Другие добавки вводятся в цемент для изменения его свойств и экономии клинкера. В зависимости от вида и количества добавок изменяется название цемента на основе портландцементного клинкера.

Свойства цементов на основе ПЦ клинкера, прежде всего, зависят от минералогического состава клинкера. От вида и количества минералов зависит и состав продуктов твердения цемента.

Рассмотрим основные реакции взаимодействия клинкерных минералов с водой.

1) При взаимодействии трехкальциевого силиката (алита) с водой образуются гидросиликаты кальция (ГСК) и гидроксид кальция:



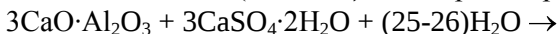
где $n \leq 2$ (0,8–2)

Чем ниже значение n , тем больше количество образующегося $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Гидроксид кальция кристаллизуется из раствора в виде пластинчатых кристаллов (минерал портландит), гидросиликаты выделяются в виде частиц коллоидных размеров.

2) Двухкальциевый силикат (белит) образует с водой гидросиликаты кальция, $n\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ (также как и алит), но так как разница в количестве CaO в составе исходного минерала и новообразования меньше, чем у алита, при гидратации белита выделяется меньшее количество $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

3) Трехкальциевый алюминат в присутствии гипса в первые сутки твердения образует трехсульфатную форму гидросульфоалюмината кальция (ГСАК–3) – минерал этtringит:

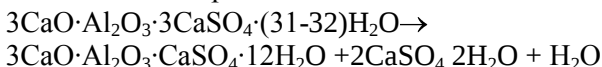




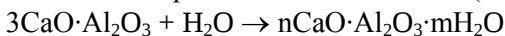
Это первая реакция, которая протекает при затворении цемента водой (так как трехкальциевый алюминат – самый активный по отношению к воде минерал клинкера).

Эттрингит кристаллизуется в виде крупных призматических или игольчатых кристаллов на поверхности C_3A цементных зерен, образуя экранирующие оболочки, которые затрудняют дальнейшее взаимодействие C_3A с водой, что предотвращает быстрое схватывание цементного теста. Именно этим объясняется регулирование сроков схватывания добавкой гипса.

Затем эттрингит переходит в моносульфатную форму гидросульфоалюмината кальция (ГСАК-1), кристаллизующуюся в виде пластинчатых кристаллов:

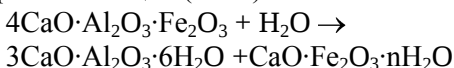


После связывания в гидросульфоалюминаты всего количества гипса трехкальциевый алюминат взаимодействует с водой с образованием гидроалюминатов кальция (ГАК) разного состава



Гидроалюминаты кристаллизуются в виде сравнительно крупных кристаллов.

4) Четырехкальциевый алюмоферрит взаимодействует с водой с образованием гидроалюминатов кальция (ГАК) и гидроферритов кальция (ГФК):



Продукты гидратации клинкерных минералов достаточно разнообразны, они могут разлагаться, вступать в химические реакции друг с другом и исходными клинкерными минералами и агентами окружающей среды. В целом фазовый состав цементного камня весьма сложный.

Количество химически связываемой воды при полной гидратации всех клинкерных минералов составляет примерно 25 % от массы цемента; еще приблизительно 25 % воды удерживается в адсорбированном состоянии в цементном геле и участия в химических реакциях не принимает.

После 6 месяцев гидратации количество химически связанной воды составляет около 10 %, а к году – 12–14 %. Это свидетельствует о неполноте гидратации клинкерных минералов при твердении цемента.

Новообразования цементного камня различаются по составу, строению (аморфные и кристаллические) и крупности (от частиц коллоидных размеров, их в цементном камне 70–75 % объема камня, до крупных кристаллов).

Кроме этого в цементном камне остаются в виде крупных зерен остатки клинкерных частиц.

Еще одним элементом структуры являются поры:

поры между коллоидными частицами гидросиликатов кальция – диаметр (15–30) 10^{-10} м – самые мелкие поры, не исчезающие при дальнейшей гидратации;

усадочные поры – $(1-10) \cdot 10^{-8}$ м – образуются при образовании продуктов с меньшим объемом, чем исходные вещества;

капиллярные поры – $(0,1-50) 10^{-6}$ м – самые крупные, образующиеся при испарении свободной воды (для затворения цемента используется больше воды, чем связывается химически – чтобы обеспечить нужную пластичность теста).

Микроструктура цементного камня является микроскопически неоднородной, и в отношении цементного камня употребляется термин Юнга – «микробетон».

Гидратные новообразования обладают очень низкой растворимостью в воде, кроме $\text{Ca}(\text{OH})_2$. А этого соединения в цементном камне достаточно много (к шести месяцам твердения до 15–20 % от массы цемента), так как в клинкере много алита, при гидратации которого образуется $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

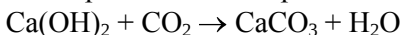
Именно $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в большей степени, чем другие новообразования цементного камня, подвержен процессу коррозии под действием различных факторов окружающей среды.

Под действием пресных вод, проникающих в глубь цементного камня, происходит растворение $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и вымывание. В результате вместо крупных кристаллов в структуре камня образуются пустоты. Такая коррозия называется выщелачивающей.

Чем мягче вода, тем она агрессивней. С увеличением жесткости воды (увеличением концентрации в воде бикарбонатов кальция и магния) уменьшает агрессивность воды.

Коррозия выщелачивания уменьшается при карбонизации $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в поверхностном слое цементного камня.

При повышенных концентрациях CO_2 в воде сначала происходит карбонизация гидроксида кальция:



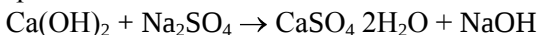
А затем карбонат кальция превращается в бикарбонат (легко растворимое соединение):



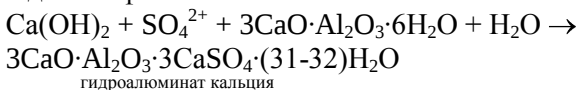
Такая коррозия называется углекислотной.

При содержании в воде сульфатов (морская вода, вода соленых озер) развиваются

гипсовая коррозия – образование в порах цементного камня кристаллов гипса, вызывающих внутренние напряжения, и легко растворимых соединений:



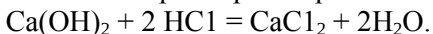
или сульфоалюминатная коррозия – образование в порах цементного камня призматических или игольчатых кристаллов этtringита с увеличением объема более чем в 2 раза по сравнению с исходными фазами:



Образовавшийся в сформировавшейся структуре цементного камня этtringит в ходе реакции с «внешними» сульфатными ионами называют «цементной бациллой» за форму кристаллов, белый цвет поверхности камня и разрушительный эффект – растрескивание вплоть до полного разрушения цементного камня.

Особой агрессивностью отличаются растворы MgSO_4 .

Под действием растворов кислот (общекислотная коррозия) протекает химическая реакция между $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и кислотами с образованием хорошо растворимых солей кальция, например:



При взаимодействии гидросиликатов, гидроалюминатов и гидроферритов кальция с кислотами образуются растворимые соли кальция и рыхлые осадки Si(OH)_4 , Al(OH)_3 , Fe(OH)_3 .

Все виды портландцемента некислотостойки.

Наиболее быстрое разрушение цементного камня происходит под действием 1%-ного раствора соляной, серной и азотной кислоты; 5%-ного раствора фосфорной кислоты. Из органических кислот наиболее агрессивны молочная и уксусная кислоты.

Меры борьбы с общекислотной коррозией: защитные полимерные покрытия; замена цементного бетона пластмассами; использование кислотоупорных и глиноземистых цементов.

Опасность остальных видов коррозии цементного камня можно уменьшить:

используя цементы с нормированным минералогическим составом – сульфатостойкие портландцемент и шлакопортландцемент;

используя цементы с введенными при помоле активными минеральными добавками – портландцемент с активными минеральными добавками, шлакопортландцемент и пуццолановый портландцемент;

используя цементы с поверхностно-активными добавками – пластифицированный и гидрофобный портландцемент.

Для изменения свойств цементов на основе портландцементного клинкера в технологии можно:

изменять минералогический состав клинкера (путем изменения химического состава сырьевой смеси);

вводить при помоле клинкера различные добавки;

увеличивать тонкость помола.

В связи с этим получают широкую номенклатуру цементов.

1 группа. Цементы с активными минеральными добавками

Активными минеральными добавками (АМД) называются природные или искусственные вещества, которые в тонкомолотом виде: самостоятельно не твердеют; при смешивании с воздушной известью придают ей способность к гидравлическому твердению (на этом было основано в прошлом получение водо-

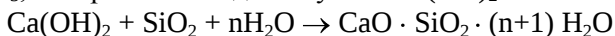
стойких бетонов); при смешивании с портландцементом повышают стойкость цементного камня в пресных и минерализованных водах.

К АМД относятся природные и искусственные материалы:

Природные: горные породы вулканического происхождения (пеплы, трассы, туфы); горные породы осадочного происхождения (диатомиты, трепелы, опоки).

Искусственные: глинисты, цемянки (обожженные глины), кремнеземистые отходы (белая сажа), кислые золы, гранулированные доменные шлаки, белитовый шлак (отход от производства алюминия, соды).

АМД содержат в своем составе активные (то есть способные к химическим реакциям) компоненты, чаще всего SiO_2 и Al_2O_3 , которые взаимодействуют с $\text{Ca}(\text{OH})_2$:



низкоосновные гидросиликаты кальция



низкоосновные гидроалюминаты кальция

При твердении портландцемента АМД в его составе взаимодействуют с $\text{Ca}(\text{OH})_2$, выделяющемся при гидролизе алита, в результате вместо минерала портландита (достаточно хорошо растворимого и нестойкого к коррозии) образуются устойчивые гидросиликаты и гидроалюминаты кальция – малорастворимые соединения, возрастает водостойкость цементного камня и стойкость к коррозии.

Виды цементов с АМД:

- портландцемент с активными минеральными добавками (ПЦ Д5, ПЦ Д20) – добавок соответственно не более 5 % и не более 20 %.
- шлакопортландцемент (ШПЦ) – добавка шлаков свыше 20 и до 80 %.
- пуццолановый портландцемент (ППЦ) – добавки свыше 20 и до 40 %.

Кроме активных минеральных добавок при помоле могут вводиться:

инертные минеральные добавки (микронаполнители) – песчанистый портландцемент, карбонатный портландцемент. Добавки экономят клинкер, уменьшают усадку цемента при твердении, повышают плотность структуры;

специальные добавки – полученные синтезом искусственные минералы (сульфоалюминаты, сульфоферриты, фторалюминаты кальция – кренты) – вводят до 5 % от массы цемента. Эти добавки ускоряют нарастание прочности в начальные сроки твердения.

2 группа. Цементы с введением при помоле добавок поверхностно-активных веществ

Эти добавки не считаются компонентами вещественного состава цементов, так как вводятся в количестве не более 0,3 % от массы цемента.

ПАВ – органические вещества с поверхностно-активными свойствами, при помоле адсорбируются на поверхности зерен цемента, а при затворении цемента водой изменяют поверхностное натяжение на границе «твердое – жидкость».

По механизму действия делятся на две группы: гидрофилизирующего и гидрофобизирующего типа.

ПАВ гидрофилизирующего типа: улучшают смачиваемость поверхности зерен цемента водой; снижают водопотребность цемента - увеличивают подвижность теста при $V/C = V/C$ теста цемента без добавок или снижают V/C при нормальной густоте теста.

По основному эффекту действия добавки носят название пластифицирующих – ЛСТ (лигносульфонат технический), ЛСТМ (лигносульфонат технический модифицированный).

Пластифицированный портландцемент (ПЦ ПЛ) представляет собой вяжущее низкой водопотребности (ВНВ): нормальная густота теста – 16 % (у обычного ПЦ – 24–30 %); в качестве добавки ПАВ используется суперпластификатор С–3; не содержит добавки гипса. В зависимости от содержания АМД (от 0 до 70 %) маркируется: ВНВ–100, ВНВ–50, ВНВ–30.

Гидрофобный портландцемент (ПЦ ГФ) содержит гидрофобизирующие ПАВ.

ПАВ гидрофобизирующего типа уменьшают смачиваемость поверхности водой (цемент не должен впитывать воду в течение 5 минут), в результате:

- снижается гигроскопичность цемента (увеличивается срок хранения без потери активности);

- снижается водопотребность цемента, но в меньшей степени, чем у ПАВ гидрофилизирующего типа;

- увеличивает морозостойкость цементного камня.

Виды добавок – асидол, мылонафт, олеиновая кислота, синтетические жирные кислоты, кремнийорганические соединения.

3 группа. Цементы на основе портландцементного клинкера нормированного минералогического состава (алит и трехкальциевый алюминат)

Быстротвердеющие портландцементы (нормируется содержание алита и C_3A): быстротвердеющий ПЦ (ПЦ Б) - алита > 50 %, C_3A = 8–10 %; особобыстротвердеющий (ПЦ ОБ) - алита > 55 % (до 65,5), C_3A > 10 %; тонкость помола выше, чем у обычных цементов (3500–4000 см²/г вместо 2800–3500 см²/г).

Для ПЦ Б нормируется прочность в возрасте 3 сут. и 28 сут.

Для ПЦ ОБ нормируется прочность в возрасте 1 сут. и 28 сут.

Высокопрочные портландцементы ПЦ ВП – содержание алита > 60 %; C_3A = 8–10 %. АМД ≤ 5 %, тонкость помола выше, спец. добавки.

Сульфатостойкие портландцементы (ПЦ СС) и шлакопортландцемент (ШПЦ СС) – нормируется содержание C_3A и алита. Например, у ПЦ СС М400 алита ≤ 50 %, C_3A ≤ 5 %, (C_3A + C_4AF) ≤ 22 %.

Портландцементы (ПЦ для дорог, для производства труб, шпал, опор мостовых конструкций, ПЦ для асбестоцементных изделий, тампонажные ПЦ, ПЦ с умеренной экзотермией).

Особый вид портландцементов – белый и цветные портландцементы.

Модифицированные портландцементные клинкеры получают введением в сырьевую смесь добавок.

Алинитовый цемент (на основе алинитового клинкера) – в сырьевую смесь вводятся добавки хлорида кальция или магния $\Rightarrow$ снижение температуры обжига до 1050–1150 °С $\Rightarrow$ образование 60–80 % хлорсиликата кальция – алинита, а также хлоралюмината.

Цемент с регулируемыми сроками схватывания - сырьевая смесь + добавки фторидов $\Rightarrow$ образование 5–30 % фторалюминатов кальция, при помоле повышенное количество ангидрита для образования этtringита $\Rightarrow$ интенсивный рост прочности в первые часы гидратации.

4 группа. Цементы на основе глиноземистого клинкера

Глиноземистый клинкер отличается от портландцементного тем, что в нем преобладают низкоосновные алюминаты кальция, главным образом, одноосновный алюминат кальция – CaO Al_2O_3 . Для получения глиноземистого клинкера используется другая по составу сырьевая смесь: смесь бокситов (источник Al_2O_3) и известняков.

Обжиг ведется или до спекания ($t = 1300$ °С – клинкер) или до плавления смеси ($t = 1400$ – 1600 °С – глиноземистый шлак). Помол клинкера – без гипса и АМД.

Виды цемента на основе глиноземистого клинкера:

глиноземистый цемент (на основе глиноземистого клинкера);

высокоглиноземистый цемент (на основе шлака).

Твердение глиноземистого цемента – очень интенсивное (быстрый набор прочности в ранние сроки) – марка определяется в возрасте 3 сут. Он очень чувствителен к условиям твердения. Наиболее благоприятные условия твердения – $t = (20\text{--}25)$ °С и высокая влажность.

При повышении температуры выше 25° прочность падает (нельзя применять тепловлажностную обработку).

Очень высокое тепловыделение при твердении (в 1,5 раза больше чем у ПЦ). Сульфато-, водо-, воздухо-, морозостоек. Не кислотостоек, не щелочестоек.

5 группа. Новые виды цементов: на основе сульфоалюминатного и сульфоферритного клинкера

Группа смешанных (многокомпонентных цементов). На основе ПЦ клинкера – гипсоцементно-пуццолановое вяжущее.

На основе глиноземистого клинкера в смеси с портландцементом, двуводным и полуводным гипсом, активными минеральными и специальными добавками – безусадочные, расширяющиеся и напрягающие цементы.

Основные свойства клинкерных цементов

Для сближения европейских и российских стандартов введен ГОСТ 30515 «Цементы. Общие технические условия», который установил основные показатели качества общестроительных и специальных цементов (в нем же приведена классификация клинкерных цементов).

Главным обязательным показателем показателем качества всех цементов являются прочность на сжатие и (или) изгиб (МПа). По прочности на сжатие цементы подразделяются на классы: 22,5; 32,5; 42,5; 52,5 (МПа).

Для цементов, выпускаемых по ранее утвержденным нормативным документам до их пересмотра или отмены, сохраняется деление прочности на сжатие по маркам. Продолжает действовать, например, ГОСТ 10178 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия».

Марка – это округленный в нижнюю сторону показатель предела прочности при сжатии (с учетом предела прочности при изгибе) стандартных образцов-призм из цементного песчаного раствора состава 1:3 стандартной консистенции, твердевших в нормальных условиях 28 суток.

Так, портландцементы имеют марки 400, 500, 550 и 600.

Шлакопортландцементы 300, 400 и 500.

Глиноземистый цемент 400, 500 и 600 (прочность определяется в возрасте 3 суток).

Активность цемента – фактическая прочность на сжатие образцов из стандартного цементного раствора, изготовленных и испытанных в стандартных условиях (активность может быть как выше, так и ниже марки).

Условное обозначение цемента должно состоять из:

- наименования вида цемента – портландцемент, шлакопортландцемент. Допускается применять сокращенное обозначение наименования – соответственно, ПЦ и ШПЦ;

- обозначения максимального содержания добавок в портландцементе Д0, Д5, Д20;

- обозначения быстротвердеющего цемента – Б;

- обозначения пластификации и гидрофобизации цемента – ПЛ, ГФ;

- обозначения цемента, полученного на основе клинкера нормированного состава – Н.

Пример условного обозначения портландцемента марки 400, с добавками до 20 %, быстротвердеющего, пластифицированного: портландцемент 400 – Д20 – Б ГОСТ 10178.

Введение активных минеральных добавок способствует повышению стойкости цементного камня к коррозии.

Тонкость помола – показатель дисперсности цемента – рекомендательный показатель по ГОСТ 30515 и обязательный по ГОСТ 10178 и др.

Для ПЦ и ШПЦ через сито № 008 должно проходить не менее 85 % пробы (остаток на сите не должен превышать 15 %).

Для глиноземистого цемента – остаток на сите № 008 не должен превышать 10 %.

Равномерность изменения объема – свойства цемента в процессе твердения образовывать цементный камень, деформация которого не превышает установленных значений – обязательный показатель для всех цементов на основе ПЦ клинкера, кроме тампонажных.

Новый обязательный показатель качества всех цементов – удельная эффективная активность естественных радионуклидов ($A_{эфф}$) – требование безопасности цементов.

Для цементов $A_{эфф}$ должна быть не более 370 БК/кг (Беккерель).

Для специальных цементов, не предназначенных для использования в строительстве жилых, общественных и производственных зданий (например, тампонажных, дорожных) – $A_{эфф}$ должна быть не более 740 БК/кг.

Твердение автоклавных вяжущих – взаимодействие извести и кристаллического кремнезема происходит в условиях повышенных давлений и температур в среде водяного пара.

Глава 2 БЕТОНЫ

Бетон – искусственный каменный материал, получаемый в результате укладки, уплотнения и твердения рационально подобранной смеси вяжущего вещества, заполнителей добавок и воды. Смесь этих материалов до затвердевания называется бетонной смесью.

Бетон – композиционный материал конгломератной структуры. Каждый компонент играет свою роль.

Заполнители (80–85 % объема) – заполняют объем, создают каркас, уменьшают усадку при твердении:

– Мелкий заполнитель – песок (0,125–5 мм) – природный и искусственный (дробленый).

– Крупный заполнитель (5–70 мм):

щебень (угловатая форма, шероховатая поверхность) гравий (окатанная форма, гладкая поверхность)	}	природные и искусственные
--	---	------------------------------

Тесто (вяжущее + вода) – выполняет функцию смазки и «клея», обеспечивая пластичность, подвижность смеси, а после затвердевания – матрица, объединяющая зерна заполнителей.

Вяжущее – можно выбрать из широкой номенклатуры минеральных вяжущих материалов.

Добавки – изменяют свойства смесей и бетона. Добавки в настоящее время имеют чрезвычайно широкую номенклатуру. Об этом можно судить по назначению добавок:

Поверхностно-активные вещества:

- пластификаторы
- суперпластификаторы
- гидрофобизаторы
- воздухововлекающие
- пенообразователи

Газообразователи

Ускорители твердения

Противоморозные

Ингибиторы коррозии арматуры

Водоудерживающие

Тестообразующие

Выбор материалов для изготовления бетонов диктуется требованиями, связанными с условиями изготовления и эксплуатации конструкций.

Требования к материалам для бетона нормируются соответствующими ГОСТ, техническими условиями.

Бетон – один из важнейших строительных материалов.

Преимущества:

Низкий уровень затрат на изготовление конструкций (использование местного сырья – гравия, щебня, песка, отходов промышленности – дробленого шлака, зол, отработанных песков).

Пониженный расход электроэнергии на приготовление по сравнению со сталью, алюминием, стеклом, кирпичом.

Возможность изготавливать конструкции любой формы и размеров.

Широкий диапазон изменения основных свойств (прочность, плотность, водопроницаемость, морозостойкость, теплопроводность).

Максимальная механизация и автоматизация процесса приготовления бетонных смесей и конструкций, высокая индустриальность строительства.

Долговечность, огнестойкость.

Недостаток: хрупкий как все каменные материалы (низкая прочность при растяжении) – устраняется в железобетоне за счет введения арматуры.

Классификация

Бетоны разделяются в зависимости от:

1. Структуры

бетоны плотной структуры, у которых пространство между зернами заполнителя (крупного и мелкого или только мелкого) заполнено затвердевшим вяжущим.

крупнопористые (малопесчаные и беспесчаные) бетоны, у которых пространство между зернами крупного заполнителя не полностью заняты мелким заполнителем и затвердевшим вяжущим.

поризованные бетоны, у которых пространство между зернами заполнителя занято затвердевшим вяжущим, поризованным пено- и газообразователями, воздухововлекающими добавками.

ячеистые бетоны – бетоны с искусственными порами, играющими роль своеобразного заполнителя.

2. Средней плотности

особо тяжелые – плотность более 2500 кг/м^3 (для биологической защиты и радиационной защиты).

тяжелые – плотность более 2200 кг/м^3 – 2500 кг/м^3 включительно (несущие конструкции).

облегченные – плотностью более 1800 кг/м^3 – 2200 кг/м^3 (несущие конструкции).

легкие – плотность более 500 кг/м^3 – 1800 кг/м^3 (ограждающие конструкции).

особо легкие – плотность до 500 кг/м^3 включительно (теплоизоляционные).

3. Вида вяжущих:

цементные;

силикатные (на известково-кремнеземистом вяжущем автоклавного твердения);

на гипсовом вяжущем;

на смешанных вяжущих (известково-цементных, известково-шлаковых, цементно-известково-шлаковых и т.д.);

на специальных вяжущих (органических или неорганических).

4. По виду заполнителей:

на плотных заполнителях;

на пористых заполнителях;

на специальных заполнителях, удовлетворяющих специальным требованиям (жаростойкость, химическая или радиационная стойкость и т.п.)

5. По зерновому составу заполнителей:

крупнозернистые – с крупным и мелким заполнителем;

мелкозернистые – только на мелких заполнителях (с крупностью до 10 мм).

6. По условиям твердения:

естественного твердения;

подвергнутые тепловой обработке при атмосферном давлении;

подвергнутые автоклавной обработке.

7. По назначению:

Конструкционные бетоны (для несущих и ограждающих конструкций).

Гидротехнические.

Для дорожных покрытий.

Специальные (жаростойкие, химически стойкие, радиационно-защитные, теплоизоляционные, декоративные).

Бетонная смесь – пластично-вязкая система, сочетающая свойства твердого тела (структурная прочность) и жидкости (вязкое сопротивление сдвигу). В отличие от истинных жидкостей растекается и заполняет форму лишь после разрушения структуры (под действием внешних сил). Способность бетонных смесей разжижаться при механических воздействиях и загустевать в спокойном состоянии называется тиксотропией.

Основным технологическим свойством бетонных смесей является удобоукладываемость.

Удобоукладываемость – способность смеси при данном способе уплотнения заполнять форму и образовывать плотную однородную массу. Оценивается:

Подвижностью (характеризует структурную прочность) – по осадке стандартного конуса, см.

Жесткостью (характеризует динамическую вязкость) – по времени вибрирования в секундах, необходимого для заполнения технического вискозиметра.

Связностью – способностью не расслаиваться – оценивается величиной водоотделения после отстаивания.

Проектирование состава бетонных смесей должно обеспечить:

Требуемую удобоукладываемость смеси – зависит от расхода воды и добавок-пластификаторов;

Требуемую прочность бетона – зависит от В/Ц (Ц/В);

Экономичность (по расходу вяжущего).

Бетон характеризуется проектными классами по прочности на осевое сжатие и по прочности на осевое растяжение, марками по морозостойкости, водонепроницаемости, плотности.

Класс бетона по прочности на сжатие В является гарантированным (с обеспеченностью 0,95) сопротивлением сжатию (в МПа) стандартных образцов-кубов, испытанных согласно требованиям ГОСТ 10180–90.

Класс бетона по прочности на сжатие является основной характеристикой бетона и во всех случаях указывается в проектах. Ранее такой характеристикой выступала марка бетона, которую также определяли по сопротивлению на сжатие стандартных образцов. Разница между классом и маркой состоит в обеспеченности принятой величины, для марки обеспеченность составляет 0,5 (то есть принимается среднестатистическая величина).

Переход марки бетона к его классу осуществляется путем замены кгс/см^2 на МПа и умножением марки на коэффициент $(1-1,64v)$, где v - коэффициент вариации прочности бетона.

По прочности на сжатие тяжелый бетон имеет классы: В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В22,5; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60.

Класс бетона по прочности на растяжение B_{+} назначается в том случае, когда эта характеристика имеет главенствующее значение и контролируется на производстве.

За проектную марку по морозостойкости (F) принимается число выдерживаемых циклов попеременного замораживания и оттаивания образцов, испытанных в соответствии с ГОСТ 1006.0–95. Марка по морозостойкости назначается для конструкций, подвергающихся воздействию отрицательных температур наружного воздуха. Тяжелый бетон имеет марки F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500.

Для конструкций, которые должны соответствовать требованиям водонепроницаемости, установлены марки: W2; W4; W6; W8; W10; W12.

Конструкции, предназначенные для эксплуатации в агрессивных средах, следует изготавливать из бетона нормальной, повышенной плотности или особо плотного, о чем указывается в рабочих чертежах, ГОСТ, ТУ на изделие.

Глава 3 ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Обычный бетон является хрупким материалом, который плохо сопротивляется растяжению или изгибу. Поэтому из бетона чаще всего изготавливаются мелкоштучные материалы (стенные камни, силикатный кирпич, тротуарные плитки) и конструкции, работающие только на сжатие (фундаментные блоки).

Чтобы компенсировать недостатки бетона его армируют, чаще всего сталью.

Строительный материал, в котором объединены бетон и стальная арматура, располагаемая в растянутой зоне конструкции и воспринимающая растягивающие напряжения, называется железобетоном.

Железобетон – один из наиболее распространенных конструктивных материалов.

Основные принципы получения конструкций из железобетона состоят в следующем:

Бетон	Сталь
❑ Может воспринимать сжимающие усилия от 15 до 60 МПа ❑ Одновременно с этим прочность на растяжение незначительна (от 1,5 до 4,0 МПа); растяжимость бетона 1–2 мм/м $R_p = (1/10 - 1/17) R_{сж}$ $R_{p \text{ при изт}} = (1/6 - 1/10) R_{сж}$ ❑ В растянутой зоне бетон разрушается (растрескивается) в соответствии с этим при расчетах конструкций он не принимается в расчет	❑ Достаточно высокая прочность, как на сжатие, так и на растяжение ❑ Прочность на разрыв традиционных сталей составляют 400–500 МПа Растяжимость стали 5–12 мм/м ❑ Сталь располагается в растянутых зонах конструкций

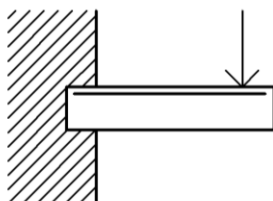


Рис.3.1. Консоль (балкон)

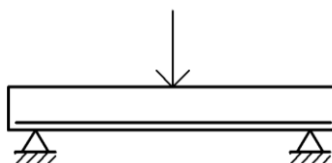


Рис. 3.2. Балка на двух опорах

Для увеличения несущей способности железобетонных конструкций и предотвращения появления микротрещин в бетоне растянутой зоны изготавливают предварительно напряженные конструкции.

Основная идея предварительного напряжения заключается в том, что при изготовлении конструкции бетон искусст-

венно обжимается (предварительное обжатие – 5–6 МПа, у напорных труб – 10–12 МПа). Под нагрузкой бетон будет растягиваться только тогда, когда напряжения растяжения по величине будут превосходить созданные обжатием сжимающие напряжения.



Рис. 3.3. Предварительно напряженная балка на двух опорах – без нагрузки и под нагрузкой.

Столетие железобетона отмечалось в 1949 г. Изобретателем железобетона в настоящее время признан французский инженер Ламбо, который в 1855 г. представил на Всемирной выставке в Париже железобетонное гребное судно. Длительное время считалось, что железобетон изобрел французский садовник Жозеф Монье, который в 1867 г. получил патент «на кадки и резервуары из железной сетки, покрытой цементом», а позже занимался сооружением железобетонных мостов, резервуаров и сводов.

Изобретателем предварительно напряженного железобетона является французский инженер Эжен Фрейссине.

Надежная совместная работа бетона и стальной арматуры обусловлена:

Значительными силами сцепления между ними, препятствующими проскальзыванию стержней арматуры в бетоне под нагрузкой.

Для тяжелого бетона $R_{сц} = 15\text{--}20\%$ от $R_{сж}$.

Сцепление увеличивают созданием профиля на поверхности арматуры.

Совместимостью температурных деформаций:

	α_t
Бетон на гранитном щебне	$9,5 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$
Сталь 3	$11 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$

Бетон не только не оказывает разрушающего действия на сталь, но и предохраняет арматуру от коррозии (благодаря щелочной среде). Достаточной толщиной защитного слоя является 10–30 мм. Для конструкций из ячеистых, силикатных и некоторых других бетонов необходимы специальные защитные покрытия по арматуре. Традиционные покрытия – цементно-битумные мастики, латексно-минеральные. Новые виды – порошковые полимерные покрытия.

Арматура в железобетонных конструкциях:

Проволочная ($d = 3\text{--}8$ мм).

Стержневая ($d = 6\text{--}80$ мм) – гладкая и периодического профиля.

Канатная.

В виде волокон – фибр (сталефибробетон).

В виде:

- Отдельных стержней.
- Сеток.
- Каркасов (плоских и объемных).
- Закладных деталей и монтажных петель.

Для изготовления предварительно напряженных конструкций арматура натягивается (и закрепляется в упорах форм, стендов).

Натяжение может выполняться:

Механическим способом (все виды) – гидравлическими домкратами.

Электротермическим способом (стержневая) – удлинение за счет нагрева при пропускании электрического тока.

Электротермомеханическим способом (канатная, проволочная).

Классификация железобетонных конструкций

1. По условиям изготовления:

Сборные – монтируемые на строительной площадке из отдельных элементов заводского изготовления.

Монолитные – бетонируемые на месте строительства с использованием опалубки – съемной (скользящей и переставной) и несъемной.

Монолитный бетон и железобетон	Сборный бетон и железобетон
+ Экономичнее сборного в подземных частях зданий и сооружений, фундаментах под технологическое оборудование, конструкциях массивных стен, в дорожном и гидротехническом строительстве, а также в районах со сложными геологическими условиями и повышенной сейсмичностью.	+ Применение крупноразмерных деталей не только сокращает сроки строительства, но и позволяет выполнять производство работ в зимний период. + Унифицированность деталей и конструкций. + Высокая производительность специализированных заводов.
+ Здания из монолитного железобетона имеют меньшую металлоемкость, так как армирование дифференцируется по высоте в соответствии с расчетными условиями.	+ Сборные детали имеют высокое качество, не требуют специального ухода во время эксплуатации.
– проблемы монолитности бетонных стыков.	– высокая стоимость и громоздкость перевозки крупноразмерных элементов.
– трудности уплотнения по высоте опалубки.	– для монтажа требуется специальное оборудование большой грузоподъемности.
– трудоемкость работ по монтажу и демонтажу опалубки.	– сложность обеспечения водонепроницаемости и теплоизоляции стыков.
– необходимость ухода за бетоном при твердении.	– меньшее разнообразие архитектурно-планировочных решений.

2. По виду армирования:

С обычной арматурой.

Предварительно напряженные.

3. По внешнему виду сборные конструкции:

линейные (колонны, фермы, ригели, балки, прогоны);

плоские (плиты покрытия и перекрытия, панели стен и перегородок);

блочные (массивные изделия фундаментов, стен подвалов, цоколей);

элементы пространственного типа (санитарные кабины, объемные блоки комнат, кольца колодцев).

По условиям транспортирования длина изделий не должна превышать 25 м, ширина 3 м, масса 25 т.

4. По назначению:

Изделия для жилых и общественных зданий

– Конструкции подземной части зданий (фундаментные плиты, блоки, сваи, блоки стен подвалов, плиты перекрытия подвалов, элементы подпорных стенок, а также внутренних стен);

– Конструкции надземной части зданий (колонны, ригели, плиты перекрытий, панели и блоки наружных и внутренних стен, элементы отделки фасадов, диафрагмы жесткости, перегородки, объемные блоки-комнаты);

– Конструкции покрытий (плиты и балки покрытий, плиты эксплуатируемых кровель, элементы парапетов и входов на кровлю);

– Лестничные марши и площадки, ступени, сантехнические и электротехнические блоки, элементы лифтовых шахт, сантехнические панели.

Изделия для промышленных зданий (конструкции каркаса, ограждающие конструкции и т.д.).

Изделия специального назначения: трубы напорные и безнапорные, опоры ЛЭП контактной и осветительной сети, мостовые конструкции, шпалы, тубинги тоннелей, дорожные и аэродромные плиты и т.д. Конструкции спец. железобетона изготавливаются в основном из бетона классов В40–В50, с предварительным напряжением арматуры.

Технология изготовления железобетонных конструкций

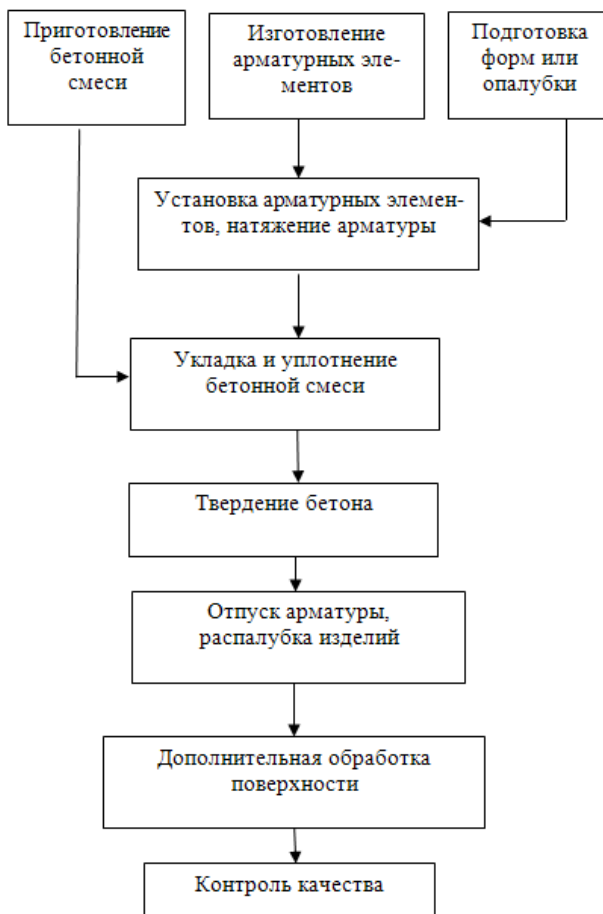


Рис. 3.4 Приготовление бетонной смеси

1. Выбор компонентов, проектирование составов.
2. Подготовка компонентов смеси, получение заполнителя определенной дисперсности и формы; при необходимости физико-химическая активация заполнителя или модификация поверхности.

3. Дозирование компонентов, подача в смеситель в определенной последовательности.

4. Перемешивание компонентов.

5. Выгрузка (для отправки на объект или на формование изделий, уплотнение и т.д.).

Приготовление бетонной смеси происходит на заводах, имеющих склады материалов, бетоносмесительные установки и подсобные цеха.

При небольших объемах используются передвижные смесительные установки. Получили распространение установки, работающие циклически. Отдельные порции бетонной смеси последовательно проходят все стадии дозирования, перемешивания и выгрузки.

Если строительный объект удален от бетонного завода и смесь при перевозке может утратить свои свойства, на заводе дозируется сухая смесь, которая перевозится к месту ее укладки, смешивается с водой по месту употребления.

Укладка включает распределение, уплотнение смеси и отделку поверхности. Перед укладкой проверяется правильность установки опалубки, арматуры в ней. Бетонную смесь в опалубке распределяют бетоноукладчиком, бункером или шнековым распределителем.

Монолитные конструкции уплотняются вибраторацией. Под действием вибрации (частота 50–400 Гц, амплитуда 0,4–0,8 мм) бетонная смесь тиксотропно разжижается и приобретает текучесть. Такая смесь легко заполняет форму, щебень и песок располагаются наиболее плотно, крупные пузырьки воздуха вытесняются.

Для виброуплотнения применяют поверхностные, глубинные и стационарные вибраторы.

Режим виброуплотнения зависит от свойств смеси и в основном от ее удобоукладываемости, характеризуемой интенсивностью, длительностью и формой колебательных движений. Для каждой бетонной смеси существует своя оптимальная продолжительность вибрирования. От недостатка вибрирования смесь

недоуплотняется, а при длительном воздействии смесь расслаивается.

Бетон набирает прочность постепенно. Наиболее интенсивно прочность увеличивается в первые дни.

В общем виде зависимость прочности бетона R_6 на любой день нормального твердения можно выразить в виде зависимости ($n > 3$ суток)

$$R_6 = R_{28} \frac{\lg n}{\lg 28} \quad (3.1)$$

где R_{28} – прочность бетона, МПа, в возрасте 28 сут.,

n – возраст бетона (сутки).

Скорость твердения связана с температурой среды и влажностью. Во влажной теплой среде бетон твердеет значительно интенсивнее.

Уход за бетоном предполагает создание условий твердения уложенной и уплотненной смеси (влажность, температура), а также от повреждения бетона в раннем возрасте. Уход начинается непосредственно после укладки и уплотнения смеси. Поверхность покрывается пленочными материалами, которые защищают поверхность бетона от испарения воды затворения, закупоривают поры поверхности, что повышает долговечность бетона. Пленкообразующими веществами выступают битумные эмульсии, жидкие битумы. Эффективно укрытие смеси полиэтиленовой пленкой.

Контроль качества. В процессе производства осуществляется постоянный контроль за всеми основными свойствами материалов и технологией приготовления бетона. Контроль качества выполняется лабораторией. Прочность бетона определяется путем отбора проб смеси, изготовления контрольных образцов, уплотнения и твердения в тех же условиях, что и сами конструкции. Образцы испытываются в возрасте 28 суток или другие сроки. Фактическая прочность бетона определяется по образцам, взятым из конструкции путем выбуривания.

Используются акустические, ультразвуковые, склерометрические методы определения прочности.

Особенности твердения при низких температурах.

Для твердения бетонной смеси необходимо достаточное количество тепла и влажность среды. При температуре ниже 10 °С твердение затухает, а при 0 °С практически прекращается. Свободная вода, находящаяся в бетоне, разрушает формирующуюся структуру. Повторное оттаивание и замерзание воды значительно снижает прочность, при этом в раннем возрасте твердения разрушение структуры происходит интенсивнее. Только после достижения 40–50 % проектной прочности заметно снижается влияние замораживания.

Нормальное твердение при низких температурах достигается использованием внутреннего тепла смеси, дополнительной подачей тепла извне, введением в бетон добавок – ускорителей.

Основой зимнего бетонирования является получение бетона с максимальной прочностью в возможно короткий срок. Для этого используются цементы с большой экзотермией, быстро твердеющие цементы (БГЦ), возможно низкое водоцементное отношение, добавки-ускорители твердения.

Количество внутреннего тепла может быть увеличено подогревом воды до 80 °С, а также щебня и песка до 40 °С. Это способствует ускорению нарастания прочности бетонной смеси.

Однако температура бетонной смеси не должна превышать 40 °С, так как за этим резко снижается подвижность. Процесс ускоряется с введением хлористого кальция в размере 1,5–3 % от массы цемента.

При использовании внутреннего тепла бетонной смеси для получения критической прочности до момента замерзания бетона применяется способ термоса. Поверхность элемента покрывается слоем теплоизоляции. Способ применяется для массивных сооружений с температурой окружающего воздуха не ниже –15 °С.

Когда внутреннего тепла недостаточно, применяют подачу тепла извне. Подогрев может производиться паром, подогретым воздухом, электроподогревом.

Паропрогрев обеспечивается движением пара по каналам опалубки, чем создается температура в 50–70 °С, при этом за 2–3 суток достигается проектная прочность.

Электропрогрев основан на пропускании переменного тока через бетонную смесь. На поверхности конструкции укладываются стальные электроды, через которые пропускается электрический ток. Электродами могут выступать стальные стержни арматуры. Электропрогрев ведут при пониженном напряжении тока (50–100 В) для того, что бы избежать быстрого испарения воды из бетона. Максимальная температура поверхности бетона при электропрогреве – не более 60 °С.

Глава 4 СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ И СУХИЕ СМЕСИ

Строительными растворами называются затвердевшие искусственные каменные материалы, получаемые в результате затвердевания рационально подобранной смеси вяжущего, мелкого заполнителя, воды и добавок, улучшающих свойства этих смесей и растворов. До момента затвердевания эти смеси носят название растворные смеси.

Классификация строительных растворов

Строительные растворы принято классифицировать по самым разнообразным признакам:

По виду вяжущего вещества различают растворы известковые, цементные, гипсовые и смешанные (цементно-известковые, цементно-глиняные, известково-гипсовые и др.). В строительной практике наибольшее распространение получили смешанные растворы на портландцементе и извести.

В зависимости от того, в каких условиях способны отвердевать строительные растворы –на воздухе или в водной среде, различают растворы воздушные и гидравлические.

По плотности строительные растворы делят на тяжелые (обычные) или легкие. В легких растворах применяют мелкие пористые заполнители. Средняя плотность таких растворов должна быть менее 1500 кг/ м³ (в сухом состоянии); средняя

плотность тяжелых растворов более 1500 кг/м^3 (обычно находится в пределах $1800 \dots 2200 \text{ кг/м}^3$). Они изготавливаются, как правило, на кварцевом песке.

По назначению строительные растворы делят на: кладочные – для кладки каменных конструкций из кирпича, бутового камня и других элементов; отделочные – для отделки внутренних и наружных поверхностей элементов; монтажные – для заполнения швов между крупными элементами (панелями, блоками и т.д.) при монтаже зданий и сооружений из готовых сборных конструкций и деталей; специальные – гидроизоляционные, акустические, тампонажные и др.

В зависимости от соотношения между тестом и заполнителем растворы подразделяются на жирные и тощие. Раствор называется жирным в том случае, когда теста по объему хватает с избытком больше 10 % для заполнения пустот в песке; раствор, не удовлетворяющий указанному условию, называют тощим. Если для приготовления растворов употребляется не обычный песок, а легкий – из пористого заполнителя, то такой раствор называют теплым. Они отличаются от обычных «холодных» растворов меньшей величиной средней плотности и вследствие этого низкой теплопроводностью.

Материалы для изготовления растворных смесей

1. Вяжущие вещества.

В качестве вяжущего применяют портландцемент и шлакопортландцемент, марка которых в 3-4 раза выше марки раствора. Воздушная известь может быть использована в виде известкового теста или пушонки, реже используют молотую негашеную известь. Кроме того, в качестве воздушных растворов применяют растворы на гипсовых вяжущих. Они по механической прочности приближаются к цементным растворам.

Портландцемент и его разновидности рекомендуются для растворов марки 25 и выше. Известь и смешанные вяжущие на ее основе применяют для растворов марки 10 и ниже. Независимо от марки раствора цементы используют в качестве вяжущих для растворов, эксплуатируемых при влажности более 60 %.

2. Заполнители.

В качестве заполнителей применяют пески природные и искусственные, дробленые из плотных горных пород и пористых материалов (пемзовые, керамзитовые, перлитовые и т.п.). Если песок содержит крупные включения (комья глины, гравий и др.), то его просеивают. Для кирпичной кладки применяют растворы на песке с крупностью зерен не более 2 мм. Для растворов марки 100 и выше пески должны удовлетворять тем же требованиям в отношении содержания вредных примесей, что и пески для изготовления бетона. Для растворов марки 50 и ниже допускается содержание пылевидных частиц до 20 % по массе.

3. Пластифицирующие вещества и органо-минеральные добавки.

Воздушная известь относится к малопрочным вяжущим веществам, улучшает удобоукладываемость растворной смеси, а также ее водоудерживающую способность.

Часто в строительные растворы вместо извести вводят добавки-пластификаторы: – неорганические тонкодисперсные, состоящие из очень мелких частиц (глины, золы ТЭС, молотые шлаки, молотые известняки и доломиты); – органические поверхностно-активные, позволяющие получить удобоукладываемый раствор при значительно меньшем количестве воды, чем без добавок, и способствующие вместе с тем повышению морозостойкости и улучшению некоторых других свойств отвердевших растворов. К таким добавкам относятся омыленный древесный пек, канифольное, мылонафт, ЛСТ и другие, которые вводят в растворы в количестве 0,1...0,3 % от массы вяжущего.

В растворы, применяемые для зимней кладки и штукатурки, добавляют ускорители твердения, понижающие температуру замерзания растворной смеси: хлористый кальций, хлорную известь и др.

Особенности строительных растворных смесей и растворов

Строительные растворы отличаются от бетонов отсутствием крупного заполнителя и, как следствие, – более высоким водосодержанием и пористостью.

Главной особенностью применения строительных растворов является укладка их тонкими слоями чаще всего на пористые основания (например, кирпич) без интенсивного уплотнения. Поэтому раствор должен обладать высокой подвижностью и не терять ее быстро из-за отсоса воды пористым основанием. Важным свойством является также хорошая адгезия к основанию.

Основные свойства растворных смесей и растворов

Удобоукладываемость – способность свежизготовленного раствора распределяться на основании тонким однородным слоем и не расслаиваться при хранении, транспортировании и перекачивании растворонасосами. Улучшение удобоукладываемости растворов содействует повышению производительности труда, так как при работе с «мягким» раствором каменщик затрачивает меньше физических сил, чем при работе с «жестким» раствором. Удобоукладываемость растворной смеси зависит от ее подвижности и водоудерживающей способности.

Подвижность растворных смесей, как и бетонных, определяется дозировкой вяжущего вещества и воды. Это связано с тем, что растворные смеси чаще всего укладывают без механического уплотнения, поэтому они должны быть более подвижными, чем бетонные смеси. Подвижность растворной смеси определяют по глубине погружения стандартного металлического конуса. Подвижность назначают в зависимости от вида раствора и отсасывающей способности основания. Например, для кирпичной кладки подвижность растворов составляет 8-12 см, для заполнения швов между панелями и другими сборными элементами, а также для бутовой кладки 4-8 см.

По подвижности растворные смеси делятся на марки:

Марка по подвижности	Норма подвижности, см
Пк 4	от 1 до 4
Пк 8	свыше 4 до 8

Пк 12	свыше 8 до 12
Пк 14	свыше 12 до 14

Водоудерживающая способность – это свойство растворной смеси, предохраняющее ее от расслоения при транспортировании, а также потери слишком большого количества воды при укладке на пористые основания

Водоудерживающую способность увеличивают путем введения в растворную смесь неорганических дисперсных добавок и органических пластификаторов. Смесь с этими добавками отдает воду пористому основанию постепенно, при этом раствор становится плотнее, хорошо сцепляется с пористым основанием, отчего кладка становится прочнее.

Важными свойствами растворов являются предел прочности при сжатии и морозостойкость.

Прочность растворов на сжатие определяют испытанием образцов-кубов с длиной ребра 7,07 см в возрасте, установленном стандартом или техническими условиями на данный вид раствора.

По прочности при сжатии установлены следующие марки: 4, 10, 25, 50, 75 и 100. В особых случаях применяют растворы марок 150, 200 и 300.

Морозостойкость растворов зависит от водовяжущего отношения, условий твердения и особенностей структуры материала. Существуют следующие марки растворов по морозостойкости: 10, 15, 25, 35, 50, 100, 150, 200 и 300.

Морозостойкость определяют на образцах-кубах с ребром 7,07 см, изготовленных на пористом основании и оценивают числом циклов попеременного замораживания и оттаивания (допускается снижение прочности образцов не более 15 % и потеря массы не выше 5 %).

Таким образом следует, что важнейшие свойства затвердевших растворов находятся в прямой зависимости от свойств свежесозданных смесей.

Технология изготовления растворных смесей

Растворы готовят в виде готовых к применению смесей, имеющих требуемую подвижность, или реже – в виде сухих смесей, которые перед применением смешивают с водой. Растворы готовят в растворосмесителях периодического действия вместимостью 50, 375 и 750 л или в растворосмесителях непрерывного действия. Продолжительность перемешивания обычных растворов 1,5...2,5 мин, легких растворов 2,5...3,5 мин и 5 мин растворов с гидравлическими, другими добавками 5 мин. В турбулентных смесителях длительность перемешивания составляет 30...40 с.

Процесс приготовления готовой растворной смеси включает дозирование исходных материалов, их загрузку в растворосмеситель и перемешивание до получения однородной массы. В ряде случаев приходится также вести подготовку исходных материалов, и в первую очередь песка, с тем, чтобы в растворную смесь не попали вредные примеси и крупные включения.

Готовые строительные растворы и смеси доставляются на строительные площадки в специальных автоцистернах или в автосамосвалах.

Специальные растворы

1. Отделочные растворы. Они подразделяются на обычные штукатурные и декоративные.

1.1. Для штукатурных работ обычно применяют известково-песчаные, цементно-известковые и известково-гипсовые растворы. Применение строительных растворов зависит от назначения. Они могут наноситься со следующими целями:

- а) для предохранения от увлажнения и действия отрицательных температур;
- б) для улучшения теплозащитных свойств;
- в) для улучшения качества поверхности (для придания им гладкого, ровного и красивого вида);
- г) для уменьшения воздухопроницаемости стены;
- д) для регулирования звукопоглощающей способности стен, перегородок, потолков и т. д.

1.2 Цветные декоративные растворы предназначены для заводской отделки лицевых поверхностей стеновых панелей и крупных блоков; для оштукатуривания фасадов зданий.

2. Гидроизоляционные растворы используются для гидроизоляционных слоев и штукатурок; обычно изготавливают состава 1:2,5 или 1:3,5 (цемент: песок по массе), применяя портландцемент, расширяющиеся цементы, сульфатостойкий портландцемент.

3. Инъекционные цементные растворы применяют для заполнения каналов в предварительно напряженных конструкциях и уплотнения каналов в предварительно напряженных конструкциях и уплотнения бетона. Марка раствора должна быть не ниже 300, поэтому используют портландцемент марки 400...500.

4. Тампонажные растворы предназначены для гидроизоляции скважин, шахтных стволов и туннелей путем закрытия водоносных грунтов, трещин и пустот в горных породах и заполнения закрепленного пространства. Вяжущим в этих растворах служит специальный тампонажный портландцемент, а в агрессивных водах – сульфатостойкий портландцемент.

5. Рентгенозащитные растворы готовят на баритовом песке (BaSO_4) с предельной крупностью 1,25 мм, применяя портландцемент или шлакопортландцемент. В него вводят добавки, содержащие легкие элементы: литий, бор и др.

6. Акустические растворы – разновидность легких растворов. Предназначаются в качестве звукопоглощающей штукатурки для снижения уровня шума и получения «безэховых» помещений.

7. Монтажные растворы для замоноличивания стыков элементов сборных железобетонных конструкций изготавливают на портландцементе, расширяющемся или безусадочном цементах. Марку раствора следует принимать не ниже марки 100.

8. Сухие растворные смеси. Прогрессивным направлением в технологии строительных растворов является развитие производства сухих смесей на специализированных предприятиях. На

строительной площадке сухая смесь затворяется водой и перемешивается в растворосмесителе.

Сухие смеси по сравнению с товарными растворами позволяют достичь следующих преимуществ:

- стабильности состава раствора в результате точной дозировки компонентов и их тщательного смешения;
- снижения отходов раствора в результате порционного приготовления;
- повышения производительности труда строителей на 20...25 % благодаря улучшению пластических свойств смесей;
- снижения транспортных расходов на 15 %;
- экономии вяжущих веществ за счет пластификации и повышенной водоудерживающей способности смесей. Это особенно проявляется при введении в сухие смеси полимерных добавок, например, метилцеллюлозы или винилацетата.
- улучшения свойств растворов (адгезии к основанию, прочности, морозостойкости и др.).

Область применения сухих смесей обширна: выполнение бетонных, штукатурных, кладочных, плиточных работ, устройство покрытий полов, заделка стыков. Кроме этого, выпускаются сухие смеси для малярных, декоративных и облицовочных работ, причем декоративные покрытия из сухих смесей выпускаются с большой палитрой цветов.

Глава 5 СТЕНОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ И КОНСТРУКЦИИ

Общие сведения

Эксперты компании ID-Marketing следующим образом оценили структуру производства различных видов стеновых материалов за 10 месяцев 2009 года. Ведущее место традиционно принадлежит керамическому кирпичу (33 %). Вторую позицию занимают мелкие стеновые блоки из ячеистого бетона, что обусловлено их низкой ценой и широкими возможностями использования: для внутренних стен, перегородок и даже несущих стен в малоэтажных объектах (26 %). Третью позицию занимает си-

ликатный кирпич (23 %). Суммарная доля кирпича всех видов составляет 67 %.

Общее снижение производства стеновых материалов за 10 месяцев 2009 года составило 38,8 %, что соизмеримо с показателями в других направлениях выпуска материалов для строительства. Наименьшее падение объемов производства отмечено по керамическому кирпичу (32,4 %) и мелким стеновым блокам из ячеистого бетона (33,5 %).

Доля внешней торговли на рынке кирпича традиционно занимает незначительное место, не превышая 5 % от внутреннего производства. Однако резкое падение спроса на внутреннем рынке заставило направить усилия по сбыту и на экспорт, объем которого за 10 месяцев 2009 года вырос более чем в 2 раза. Львиная доля поставок строительного кирпича направляется в Казахстан (99,6 %) от всего экспорта из России этого строительного материала).

За 10 месяцев 2009 года импорт упал на одну треть, среди импортеров на первое место вышел кирпич корейского производства, потеснив иранский, занимавший в 2008 году почти половину импортного рынка. Замыкает лидерскую тройку Беларусь, доля поставок из которой осталась практически неизменной – 20 % от общих объемов импорта строительного кирпича в Россию.

Несмотря на низкие результаты 2009 года, в эксплуатацию было введено несколько кирпичных производств. Преимуществом новых заводов являются новые технологии и оборудование, позволяющие снизить энергоемкость производства, что даст возможность выпускать продукцию более высокого качества, конкурентоспособную по цене.

В октябре 2009 года прошел IV Российско-Китайский экономический форум. Планируемый объем инвестиций из Китая составит 3,6 млрд. долларов. Средства пойдут, в том числе, на строительство новых кирпичных производств в Курской и Кировской областях, Чувашии и Рязани. Существует ряд проектов для реализации за счет российских инвесторов. Так, например, в Самарской области предполагается строительство кирпичного

завода ООО «Телекомстрой» мощностью 20 млн. шт. усл. кирпича в год. Запущено новое производство такой же мощностью в Южном федеральном округе и в г. Мценск Орловской области.

В Новосибирской области местные власти выделили средства для помощи в модернизации действующей линии ЗАО «Дорогинский кирпич». Планируется также увеличение мощности предприятия с 30 до 50 млн. штук в год. Срок его реализации равен примерно четырем годам.

Перспективы производства кирпича связаны с некоторым оживлением на рынке недвижимости и ростом малоэтажного сегмента. На уровне правительства развитие малоэтажного строительства объявлено одним из приоритетных направлений, к 2012 году его долю предполагается довести до 60 %. На данный момент малоэтажный сегмент – одна из немногих сфер в строительной отрасли, которая продолжает развиваться, несмотря на общий спад. Этому способствует ряд объективных причин: недоступность ипотеки, более низкая себестоимость отдельных работ и материалов, правительственные преференции.

Рост спроса на кирпич со стороны малоэтажного сегмента вполне предсказуем. Кирпич – один из основных стеновых материалов, используемых в малоэтажном строительстве. Огнеупорные виды, кроме того, используются при устройстве каминов и печей, являющихся одними из обязательных атрибутов жилья этого сегмента. Однако стоит учитывать тот факт, что правительственные программы направлены в первую очередь на возведение малоэтажного жилья эконом-класса, а дом из кирпича нельзя отнести к наиболее дешевому варианту по себестоимости. Повышение качества кирпича отечественного производства, грамотная маркетинговая политика для каждого сегмента, будь то премиум-материал для элитного коттеджа или продукция эконом-класса для малоэтажной массовой застройки, позволят стать «малоэтажке» одним из перспективных направлений сбыта кирпича в условиях стагнации по другим строительным направлениям.

На сегодняшний день самые крупные производители керамического кирпича в Новосибирской области: ОАО «Черепановский ЗСМ», ООО «Стройкерамика», ЗАО «Фирма «Кирпичный завод» р.п. Маслянино и ОАО «ЗСМ-7». Все эти предприятия, кроме «Стройкерамики», построены 40-50 лет назад и работают на физически изношенном, морально устаревшем, энергоёмком оборудовании, требующем постоянного ремонта. Основной продукцией данных заводов является строительный кирпич марок 75 и 100 и незначительное количество М125.

В 2009 году пущен в эксплуатацию кирпичный завод «Ликолор», не вышедший пока на проектную мощность 60 млн. шт. усл. кирпича в год. Предприятие характеризуется высоким уровнем механизации и автоматизации, использованием робототехники.

Особенностью рынка строительного кирпича Новосибирской области является отсутствие собственного производства лицевого кирпича. Местные заводы производят только рядовой строительный кирпич и лишь отдельные партии лицевой продукции.

Дефицит лицевого кирпича «закрывается» поставками из соседних регионов, основную часть из которых осуществляют Томская область и Красноярский край.

СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» предусматривает повышение термического сопротивления ограждений в 3,5 раза. Для условий г. Новосибирска его требуемое значение составляет $3,7 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт}$. В связи с этим толщина стены из керамического кирпича должна составлять 2,4–2,5 м, что с экономической точки зрения не реально. В силу климатических условий в России, и особенно в Сибири, топливно-энергетические затраты в несколько раз превышают западноевропейские показатели. Потери тепла через стены отапливаемых зданий достигают 45 % от общих потерь. Поэтому требуются многослойные стеновые конструкции с использованием эффективных теплоизоляционных материалов – пенопластов и волокнистых утеплителей.

Классификация и эксплуатационные свойства стеновых изделий

Стеновые материалы классифицируются по виду изделий, назначению, виду применяемого сырья, способу изготовления, средней плотности, теплопроводности, прочности при сжатии и другим признакам.

1. По виду изделий:

кирпич одинарный 250х120х65 мм
кирпич утолщенный 250х120х88 мм;
стеновые камни полномерные 390х190х188; 490х240х188; 380х190х288;
стеновые камни дополнительные (трехчетвертинки 292х190х188; 367х240х188; 292х190х298 мм; половинки 195х190х188; 245х240х188; 195х190х288 мм);
мелкие блоки (массой до 40 кг);
крупные блоки (массой до 3 т и толщиной 40...60 см);
панели (однослойные толщиной 20...40 см; многослойные толщиной 15...30 см). Длина панелей 6,3; 1,5; 0,75 м; высота кратна 0,6 м и обычно составляет 1,2 и 1,8 м.

2. По назначению:

наружные и внутренние стены, перегородки.

3. По виду применяемого сырья:

минеральные (кирпич, газобетонные изделия и др.);
органические (стеновые конструкции из древесины);
органо-минеральные (стеновые изделия из арболита, древесно- и лигноминеральные камни).

4. По способу изготовления:

метод литья;
пластическое формование;
полусухое прессование,
вибрирование,
выпиливание из горных пород,
сборка стеновых конструкций.

5. По способу твердения:

безобжиговые, подразделяющиеся на материалы, твердеющие

- в нормальных условиях,
- при повышенной температуре,
- при повышенной температуре и давлении (бетоны на пористых заполнителях, ячеистые бетоны, силикатный кирпич др.);

обжиговые: кирпич и камни керамические.

6. По величине средней плотности (кг/м^3):

особо легкие – величина средней плотности – до 600;

легкие – 600...1300;

облегченные – 1300...1600.

7. По теплопроводности ($\text{Вт/(м} \cdot \text{К)}$):

низкой теплопроводности с величиной теплопроводности до 0,06;

средней – до 0,018;

высокой – более 0,21.

8. По прочности на сжатие (марка):

каменные стеновые материалы различают

- высокой (20–40 МПа);

- средней (10–15 МПа);

- низкой прочности (2,5–7,5 МПа).

9. По огнестойкости:

несгораемые (не воспламеняются, не тлеют, не обугливаются);

трудносгораемые (воспламеняются, тлеют и продолжают гореть и тлеть при наличии пламени);

сгораемые (воспламеняются, тлеют и горят после удаления источника огня).

10. По способу возведения:

сборные;

монолитные;

сборно-монолитные.

11. По конструкции:

однослойные;

многослойные.

12. По характеру выполнения статической нагрузки:

несущие;

самонесущие;
ненесущие.

Строительно-эксплуатационные свойства

Наружные несущие стены – наиболее сложная конструкция здания. Они подвергаются многочисленным и разнообразным силовым и природным воздействиям (силовым, температурным, влажностным и др.).

Выполняя несколько основных функций (теплоизоляционную, звукоизоляционную, несущую), стена должна отвечать требованиям по долговечности, огнестойкости, обеспечивать благоприятный температурно-влажностный режим, обладать декоративными качествами, защищать помещения от неблагоприятных внешних воздействий. Одновременно она должна удовлетворять общетехническим требованиям минимальной материалоемкости, а также экономическим условиям.

Новые виды строительных материалов и минеральное сырье для их производства должны подвергаться радиационной оценке.

На каждый вид или группу стеновых материалов утверждены государственные стандарты (ГОСТы) или технические условия (ТУ), в которых отражены требования, предъявляемые к ним и методы их испытания.

Средняя плотность (ρ_m , кг/м³)

Для стеновых изделий желательна наименьшая величина средней плотности при требуемой прочности. Показатель средней плотности составляет: для изделий стеновой керамики 1400...1600; легких бетонов на пористых заполнителях – 950...1400; поризованной керамики и ячеистых бетонов – 400...800; древесно- и лигноминеральных изделий – 800...1000 кг/м³.

Пористость (%)

Величина общей пористости для распространенных стеновых материалов составляет: силикатного кирпича – 10...15, керамического кирпича – 25...35, легких бетонов – 55...85 %. Для стеновых материалов, с позиции обеспечения теплоизоляцион-

ных свойств, рекомендуются замкнутые мелкие поры, равномерно распределенные по всему объему материала. От характера пор также зависит морозостойкость изделий.

Пустотность (P_y , %)

Пустоты (воздушные прослойки) в структуре стеновых изделий создаются как технологическими, так и конструктивными способами. Объем пустот в пустотелом керамическом кирпиче колеблется в пределах 13...33 %, керамических камнях – 25...40 %, силикатном кирпиче – 20...40 %, стеновых камнях – 25...30 %, крупнопористом бетоне – 40...60 %.

Влажность (% по массе)

Влажность зависит как от свойств самого материала (пористости, гигроскопичности), так и от окружающей среды (влажности воздуха, наличия контакта с водой). Для стеновых материалов показатель отпускной влажности составляет: для пено- и газобетона – 15...35; арболита – 20...35; керамзитобетона – 15...18; древесноминеральных блоков – 7...8 %.

Гигроскопичность (% по массе)

Гигроскопическая влажность составляет для древесины – 12...18 %, ячеистых бетонов – до 20 %, арболита – 10...15, керамических стеновых материалов – 5...7 %.

Капиллярное увлажнение – способность материалов поглощать влагу в результате подъема ее по капиллярам.

Возможность увлажнения за счет капиллярного всасывания необходимо учитывать при эксплуатации стеновых изделий, особенно в цокольной части зданий. Капиллярное увлажнение уменьшают или предотвращают устройством гидроизоляционного слоя между фундаментом и стеновой конструкцией, а также гидрофобизацией последней.

Влагоотдача – свойство материала отдавать влагу окружающему воздуху. Характеризуется количеством воды, теряемой материалом в сутки при относительной влажности окружающего воздуха 60 % и температуре 20 °С. Величина влагоотдачи имеет большое значение для стеновых панелей и блоков, мокрой штукатурки стен, которые в процессе возведения здания обычно имеют повышенную влажность, а в обычных условиях

благодаря влагоотдаче высыхают до воздушно-сухого состояния (равновесная влажность).

Газобетонные стеновые изделия активно поглощают влагу и плохо отдают, в то время как арболитовые изделия быстро высыхают. Например, отпускная влажность ячеистого бетона колеблется в пределах 15...35 % по массе, величина которой через 1,5...2 года эксплуатации в нормальных условиях понижается до 6...10 %. Арболитовые изделия в течение летнего периода снижают влажность (высыхают) с 20...25 до 4...6 %. В стеновых ограждениях из легкого бетона на пористых заполнителях равновесная влажность 4...7 % устанавливается уже через 1/2...1 год.

Водостойкость

Характеризуется коэффициентом размягчения:

$$K_p = R_n / R_c, \quad (5.1)$$

где R_c, R_n – прочность при сжатии материала соответственно в сухом и водонасыщенном состоянии, МПа.

Стеновой материал считается водостойким при $K_p \geq 0,8$. Если этот показатель у материала менее 0,8, его нельзя применять в условиях повышенной влажности.

Морозостойкость. Оценивается числом циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое выдерживает материал без признаков разрушения и значительного снижения прочности. Морозостойкость определяют методом объемного замораживания. Замораживание образцов в морозильной камере производят в теплоизолирующей кассете, позволяющей отводить тепло только со стороны образцов.

По морозостойкости стеновые материалы имеют марки F15; F25; F35; F50; F75 и F100.

Паро- и газопроницаемость – свойство материала пропускать через свою толщину водяной пар или газы (воздух) при возникновении разности давлений на его противоположных поверхностях.

Стеновые материалы должны обладать определенной проницаемостью, тогда стена будет “дышать”, то есть будет происходить естественная вентиляция. В зимний период перемещение и кондиционирование пара происходит от повышенной влажно-

сти к наименьшей, тем самым создаются условия для разрушения конструкции. Паропроницаемые материалы должны располагаться с той стороны ограждения, с которой содержание водяного пара в воздухе выше.

Теплопроводность Вт/(м·К).

Определяется для материалов экспериментально путем регистрации теплового потока, проходящего через материал, и расчета теплопроводности по специальной формуле. Теплопроводность выражают в системе СИ в Вт/(м·К). 1 Ккал/м·ч·°C=1,16 Вт/(м·К). Численно 1 Вт/(м·К) = 1 Вт/(м·°C).

Согласно ГОСТ 530–2007 предусматривается определение теплопроводности кирпича в климатической камере на фрагментах стены.

Для минеральных стеновых материалов (кирпича, газобетона, шлакоблоков и др.) теплопроводность можно определять по эмпирической формуле В.П.Некрасова:

$$\lambda = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22\rho_m^2} - 0,14, \quad (5.2)$$

где ρ_m – средняя плотность материала, т/м³.

Теплопроводность составляет: для кирпича керамического полнотелого – 0,8; пустотелого – до 0,55; кирпича силикатного – 0,82; ячеистых бетонов при средней плотности 600 кг/м³ – 0,25; легкого бетона на пористых заполнителях при средней плотности 600 кг/м³ – 0,12; древесно- и лигноминеральных камней – 0,4...0,5; древесины – 0,2 Вт/(м·К).

При требуемой прочности стеновых материалов желательна их наименьшая теплопроводность. Теплопроводность возрастает при повышении средней плотности, влажности и увеличении размера пор.

Теплоемкость кДж/(кг °C). Удельная теплоемкость составляет: для каменных материалов (кирпича, бетона) 0,75...0,92; древесины – 2,4...2,7; воды – 4,19 кДж/(кг °C).

Теплоемкость материалов учитывают при расчетах теплоустойчивости стен в отапливаемых зданиях. Для этих целей желательно применение материалов с более высоким показателем теплоемкости.

Прочность (МПа). При эксплуатации стеновые конструкции в основном подвергаются действию сжимающих нагрузок.

Пределы прочности стеновых материалов при сжатии и изгибе определяют по ГОСТ 8462–85. Для несущих стен прочность является определяющим свойством, для самонесущих и ненесущих стен показатель прочности можно отнести к категории достаточно необходимого.

Прочность при сжатии некоторых стеновых материалов, по которой устанавливается их марка, составляет: для керамического и силикатного кирпича 7,5...30; керамзитобетона – 7,5...15; ячеистого бетона – 2,5...7,0; древесины вдоль волокон – 30...65; арболита – 2,5...3,5; древесно- и лигноминеральных камней – 2,5...7,5 МПа.

Основной задачей материаловедов и технологов при создании новых и повышении эффективности традиционно применяемых стеновых материалов и изделий является снижение величины средней плотности и теплопроводности при сохранении их требуемой прочности.

Принципы создания теплозащитных структур

Сопротивление теплопередаче ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$)/Вт

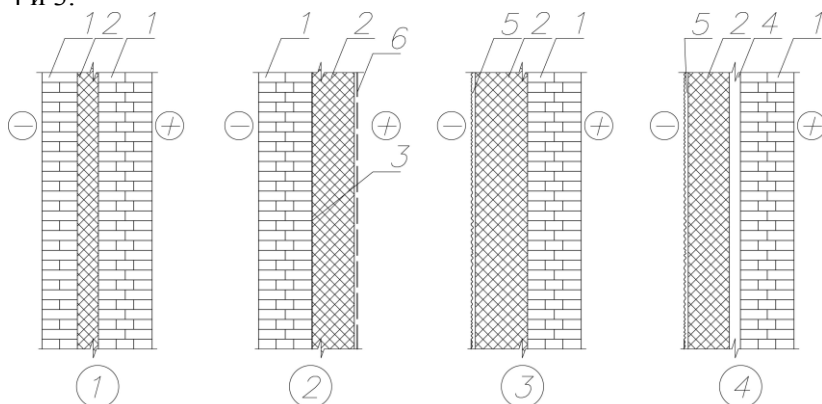
Требуемое сопротивление теплопередаче ($R_0^{\text{тп}}$) ограждающих конструкций отапливаемых зданий и сооружений следует принимать по СНиП 23-02-2003. Для Новосибирска, Омска $R_0^{\text{тп}}$ стен должно составлять 3,7 ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$)/Вт.

Получение однослойных высокопористых и многослойных стеновых изделий и конструкций с эффективными утеплителями возможно как на технологических линиях в заводских условиях, так и при монтаже в условиях строительной площадки.

Определив $R_0^{\text{тп}}$ для конкретного региона России, рассчитывается толщина однослойной или многослойной стены с учетом теплопроводности и вида материала каждого слоя стены.

С позиции обеспечения лучшей теплоизоляции и долговечности стен теплоизоляционный слой необходимо размещать с наружной стороны конструкции.

На рис. 5.1 приведено четыре варианта конструкций наружных стен зданий. С точки зрения обеспечения тепловой защиты и долговечности стен наиболее эффективными являются схемы 4 и 3.



- 1 – конструкционный материал (кирпич, бетон)
- 2 – утеплитель (пенополистирол, минераловатные плиты)
- 3 – конденсат
- 4 – воздушная прослойка (вентиляция)
- 5 – наружная защитно-декоративная отделка
- 6 – штукатурный слой

Рис. 5.1 Схемы теплозащиты наружных стен зданий

Виды, свойства и области применения стеновых изделий и конструкций

1. Кирпич и камни керамические

Керамические стеновые материалы изготавливают из глинистого сырья путём формования изделий, сушки и обжига при $t=1000-1050^{\circ}\text{C}$.

Многообразие типов керамического кирпича и камней подтверждается номенклатурой, введённой ГОСТ 530–2007. Двадцать семь типов пустотелого кирпича и камня в нём приведены в качестве рекомендуемых. Наиболее распространёнными являются: кирпич полнотелый и пустотелый размером $250 \times 120 \times 65$

мм; кирпич утолщённый – 250х120х88 мм; камни керамические 250х120х138 мм.

По средней плотности изделия делят на классы 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 2,0. В зависимости от класса средней плотности по теплотехническим характеристикам изделия подразделяют на группы: класс 0,8 – высокой эффективности; 1,0 – повышенной эффективности; 1,2 – эффективные; 1,4 – условно-эффективные; 2,0 – малоэффективные (обыкновенные).

Средняя плотность кирпича и камня класса 0,8 должна быть не более 800 кг/м³; класса 1,0 – 801–1000 кг/м³; 1,2 – 1001–1200 кг/м³; 1,4 – 1201–1400 кг/м³; 2,0 – более 1400 кг/м³.

Теплотехнические характеристики изделий оценивают по коэффициенту теплопроводности кладки в сухом состоянии. Например, теплопроводность кладки из эффективных изделий лежит в пределах свыше 0,24 до 0,36, а обыкновенных – свыше 0,46 Вт/(м·К).

Водопоглощение рядовых изделий не должно быть менее 6 %, а лицевых – менее 6 % и не более 14 % по массе.

Полнотелый и пустотелый кирпич и камни выпускают марок 100, 125, 150, 175, 200, 250 и 300. Марка полнотелого кирпича для несущих стен должна быть не менее 125.

По морозостойкости кирпич и камни подразделяются на марки F25, F35, F50, F75 и F100. Марка по морозостойкости лицевых изделий должна быть не ниже F50 или F35 – по согласованию с заказчиком.

Маркировка изделий:

– Кирпич КОРПо(КОЛПо)1НФ/100/2,0/50/ГОСТ 530–2007
кирпич одинарный, рядовой (лицевой), полнотелый, размера 1НФ (250×120×65 мм), марки по прочности М100, класса средней плотности 2,0, марки по морозостойкости F50.

– Кирпич КУРПу(КУЛПу)1,4НФ/150/1,4/50/ГОСТ 530–2007
кирпич рядовой (лицевой), утолщенный, пустотелый, размера 1,4НФ (250×120×88 мм), марки по прочности М150, класса средней плотности 1,4, марки по морозостойкости F50.

2. Силикатные изделия

Известно, что при смешивании воздушной извести с кварцевым песком получают строительный раствор, который при обычной температуре твердеет медленно и имеет невысокую прочность.

Однако, в паровой среде при давлении 0,8–1,2 МПа и температуре 175–210 °С тонкомолотый песок приобретает химическую активность и может взаимодействовать с известью, образуя гидросиликаты кальция:



Последние обеспечивают высокую прочность изделий. Поэтому при производстве силикатных изделий часть песка тонко измелчают.

Тепло-влажностная обработка изделий осуществляется в автоклавах – герметически закрывающихся сосудах диаметром 2,6–3,6 м и длиной 20–30 м.

Из известково-песчаных смесей производят как штучные, так и крупноразмерные изделия, называемые силикатными.

Наиболее широко распространён силикатный кирпич, объём выпуска которого составляет около 16 % от общего выпуска стеновых материалов. Это объясняется доступностью сырья и экономичностью производства силикатных изделий. Силикатные камни, а иногда и кирпич, выпускают пустотелыми. При их производстве на 20...25 % сокращается расход сырьевых материалов и до 15 % – электроэнергии и технологического пара на автоклавную обработку.

Силикатный полнотелый кирпич по общей стоимости 1м² стены конкурирует с керамическим кирпичом и керамзитобетонными панелями, а стены из пустотелых силикатных камней значительно дешевле. Однако, доля выпуска пустотелых изделий в России невелика.

Силикатный кирпич и камни различают по видам и размерам 250х120х65; 250х120х88 и 250х120х138. Масса утолщённого кирпича в сухом состоянии должна быть не более 4,3 кг.

По значению кирпич и камни разделяют на рядовые и лицевые, последние могут быть неокрашенными, окрашенными в объёме и с декоративными лицевыми гранями.

Кирпич одинарный и утолщённый пустотелый выпускают прочностью при сжатии 7,5...30 МПа и изгибе 0,8...4 МПа. Марка по морозостойкости не менее F15. Коэффициент теплопроводности полнотелого кирпича составляет 0,82 Вт/(м·К) и понижается для пустотелых изделий. Водопоглощение не более 16 % по массе.

Применение силикатного кирпича: для кладки стен зданий и, прежде всего, как отделочный материал. Марка 75 используется только для малоэтажного строительства.

Не допускается применение: 1) в помещениях с повышенной влажностью (подвалы, фундаменты, цокольная часть зданий, бани, прачечные);

2) при повышенных температурах (газоходы, дымовые трубы, изоляция термических поверхностей и др.).

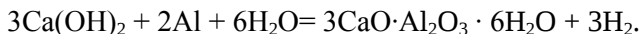
Силикатные изделия могут быть также крупноразмерными. К ним относятся панели для несущих стен и перегородок.

Плотный силикатный бетон является разновидностью тяжёлого мелкозернистого бетона, в котором отсутствует крупный заполнитель. Средняя плотность бетона составляет 1800–1900 кг/м³; марки по прочности при сжатии 150, 200, 300, 400; морозостойкость – F50. Высокая средняя плотность плотного силикатного бетона вынуждает выпускать трёхслойные стеновые панели с использованием эффективных утеплителей.

3. Изделия из ячеистого бетона

Стеновые изделия из ячеистых бетонов получают путем формирования их из поризованного текучего (до 50 % воды) шлама с последующим твердением. Поризация формовочной массы при получении изделий ячеистой структуры может осуществляться следующими химическим и механическим способами.

Химический способ поризации заключается в организации процесса газовыделения в формовочной массе за счет химического взаимодействия исходных компонентов. Реакция между газообразователем (алюминиевой пудрой) и гидроксидом кальция (Ca(OH)_2) при получении газосиликата протекает по следующей схеме:



Образующийся водород обеспечивает поризацию (вспучивание) смеси.

Механический способ поризации включает в себя процесс автономного приготовления кремнезевяжущей растворной смеси и технической пены с их последующим совместным перемешиванием. Таким образом получают пенобетоны на различных вяжущих.

В качестве компонентов в составе смеси для производства ячеистых бетонов используют вяжущие вещества, кремнеземистый компонент, порообразователь и корректирующие добавки (стабилизаторы).

Вяжущее вещество выбирают в зависимости от условий твердения и проектной прочности изделий из ячеистого бетона.

Для материалов неавтоклавного твердения в основном принимают портландцемент высоких марок. Недопустимо использовать в составе массы шлакопортландцемент и пуццолановый цемент.

Для автоклавных силикатных изделий в качестве основного вяжущего используют строительную известь воздушного твердения или известково-цементные вяжущие.

Кремнеземистый компонент (кварцевый песок), применяемый в изготовлении изделий из ячеистого бетона, частично подвергают помолу.

В качестве газообразователя используется алюминиевая пудра. Газообразователь – алюминиевая пудра используется при получении газобетона и газосиликата.

При получении пенобетона применяют следующие пенообразователи: клееканифольный, алюмосульфонафтенный. Ряд предприятий по производству пенобетонных изделий используют пенообразователь немецкой фирмы «Неопор» и «Пеностром» отечественного производства.

Технические пены в течение одного часа не должны оседать более чем на 10 мм.

Основным показателем действия пенообразователя является краткость пены, представляющая собой отношение объема го-

товой пены к объему исходного пенообразователя. Для низкократных технических пен этот показатель равен 10, для высокократных пен – более 10.

Корректирующие добавки используют для ускорения твердения бетона и стабилизации структуры поризованной массы. Добавками – ускорителями твердения служат: сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3$ и хлористый кальций $CaCl_2$. В качестве добавок-стабилизаторов структуры поризованной массы используют гипсовый камень или жидкое стекло $R_2O \cdot nH_2O$.

В зависимости от вида вяжущего твердение изделий из ячеистых бетонов может осуществляться двумя способами: *автоклавным*, когда тепловлажностная обработка производится в автоклавах при давлении 0,8–1,2 МПа и температуре 175–210 °С, и *неавтоклавным*, когда твердение происходит при температуре 60–90 °С при повышенной влажности воздуха (пропарочные камеры, электропрогрев и др.).

Автоклавной обработке, как правило, подвергают газо- и пенобетонные изделия на известковом или смешанных вяжущих. Безавтоклавный способ твердения применяют для изделий, в которых вяжущими служат цементы.

С экономической точки зрения неавтоклавный способ твердения можно считать предпочтительным.

Ячеистый бетон нашел широкое применение в жилищном строительстве во многих странах с различными климатическими условиями. Отечественные ячеистые бетоны имеют теплопроводность в сухом состоянии от 0,10 до 0,14 Вт/(м К) при величине средней плотности 400...600 кг/м³. Для практического применения материала при проектировании стен необходимо учитывать влажность, возникающую в условиях эксплуатации.

Удельный объем ячеистобетонных изделий в балансе стеновых материалов в России невелик, в то время как, например, в Швеции более 50 % стеновых конструкций возводится из этого эффективного материала.

Большинство предприятий России изготавливают изделия с повышенной средней плотностью (600...650 кг/м³). Вместе с тем

возможно существенно повысить выпуск стеновых конструкций с показателями средней плотности 400...500 кг/м³ и прочностью, равной нормативной для ячеистых бетонов со средней плотностью 600 кг/м³.

Стеновые мелкие блоки из ячеистых бетонов применяют для кладки наружных и внутренних стен зданий с относительной влажностью воздуха в помещениях не более 75 %. Запрещается применять мелкие блоки из ячеистых бетонов для стен подвалов, цоколей и других мест, где возможно сильное увлажнение бетона.

Мелкие блоки изготавливают из ячеистых бетонов средней плотностью от 500 до 1100 кг/м³. В зависимости от прочности стеновые блоки подразделяются на шесть марок: 25; 35; 50; 75; 100 и 150. Минимальная средняя плотность блоков марок 25 и 35 составляет 500...700 кг/м³, а максимальная – марок 100 и 150 – 1000...1100 кг/м³. Морозостойкость – F25 и F 35.

Размер блоков для наружных стен 600×300×250 и 600×200×250 мм, а для внутренних 300×300×300 и 300×200×300 мм. Выпускают также доборные блоки шириной 200 и 300 мм, различной длины и высоты. Один блок размером 600×200×250 мм средней плотностью 600 кг/м³ имеет массу 18 кг и может заменить в стене 15–20 кирпичей массой 80 кг.

При монтаже блоков используется силикатный клей следующего состава, %: цемент М400 – 27; мелкий песок – 20; жидкое натриевое стекло – 4,6; фтористый натрий – 7.

Крупные блоки наружных и внутренних стен производятся длиной от 480 до 600 мм, шириной 400 мм и толщиной 600 мм. Они соответствуют маркам 35 и 50 по прочности, имеют среднюю плотность 600–700 кг/м³. Теплопроводность блоков составляет 0,12...0,143 Вт/(м°K), масса до 1020 кг.

4. Стеновые камни и блоки из горных пород

Изделия изготавливают путём выпиливания их из горного массива камнерезными машинами. Применение стеновых камней и блоков из горных пород эффективно в местах распростра-

нения лёгких горных пород (вулканический туф, известняк-ракушечник).

Мелкие блоки размерами 390х190х188 мм и 490х240х188 мм применяются для ручной кладки, поэтому масса одного камня должна быть не более 40 кг. Марки по прочности – до 75. Средняя плотность не более 1800 кг/м³.

Блоки из известняка для наружных и внутренних стен выпускают размерами до 1380х490(390)х380 мм при средней плотности до 1800 кг/м³.

Водопоглощение по массе стеновых камней из вулканического туфа должно быть не более 50 %, из пыльного известняка – не более 30 %. Коэффициент размягчения камней должен быть не менее 0,6, морозостойкость – не менее F15.

5. Стеновые бетонные камни и мелкие блоки

Камни бетонные стеновые применяют для несущих ограждающих конструкций всех типов зданий. Их изготавливают из тяжёлых и лёгких бетонов на пористых заполнителях (керамзит, аглопорит и др.).

В качестве вяжущих веществ используют цементы и силикатное вяжущее. По назначению камни могут быть: для кладки наружных стен (рядовые, лицевые и перегородочные). При средней плотности бетона более 1600 кг/м³ изделия должны быть пустотелыми.

Камни выпускают размерами 288х138х138 и 390х190х188 мм. Масса одного камня не должна превышать 32 кг. Камни по прочности подразделяются на семь марок: 25, 35, 50, 75, 100, 150 и 200. Камни марок 25 и 35 получают из лёгких бетонов на пористых заполнителях. Марки камней по морозостойкости: F 15, 25, 35 и 50.

6. Крупноразмерные стеновые изделия из лёгких бетонов на пористых заполнителях

Замена в бетоне тяжёлых заполнителей лёгкими позволяет снизить среднюю плотность бетона и коэффициент теплопро-

водности, уменьшить требуемую толщину стены, сократить затраты на транспорт конструкций.

Основные требования, предъявляемые к лёгким бетонам, сводятся к обеспечению заданной средней плотности, необходимой прочности и долговечности.

Средняя плотность бетонов этой группы, применяемых для изготовления стеновых изделий, в основном составляет 900...1400 кг/м³ при прочности 10...15 МПа; морозостойкость – F25–F50.

Для получения лёгких бетонов применяют портландцемент и его разновидности, шлакопортландцемент.

В качестве заполнителей используют керамзитовый гравий, аглопоритовый щебень, шлаки, вспученный перлит и др. Заполнители по крупности разделяются на фракции 10–20, 5–10 мм (крупный заполнитель) и менее 5 мм (песок). Насыпная плотность заполнителей колеблется в пределах 200–1100 кг/м³.

Низкая насыпная плотность пористых заполнителей, их высокая пористость и сильно развитая шероховатая поверхность придают легкобетонной смеси высокую водопотребность, склонность к расслаиванию в процессе виброуплотнения.

Снижение средней плотности бетона достигается правильным подбором зернового состава заполнителей с достижением наибольшего насыщения ими объёма бетона и применением интенсивных способов уплотнения (например, вибрации с пригрузом). Для повышения удобоукладываемости легкобетонных смесей в их состав рекомендуется вводить пластифицирующие ПАВ, например ЛСТМ, С-3.

7. Гипсобетонные изделия

Гипсобетонные изделия изготавливаются на основе строительного гипса и наполнителей в виде кварцевого песка или древесных опилок.

Гипсобетон является неводостойким материалом и поэтому используется для производства внутренних перегородочных плит, панелей и пустотелых стеновых камней.

Гипсобетонные изделия применяют в жилых, общественных и производственных зданиях с относительной влажностью воздуха не более 60 %.

Для жилищного строительства панели изготавливают как сплошными, так и с проёмами для дверей, размером на "комнату" высотой до 3 м, длиной 6 м, толщиной 80 и 100 мм. Марка гипсобетона должна быть не ниже 50. Панели армируют деревянным каркасом. Средняя плотность 1200–1400 кг/м³.

Гипсоволокнистые экструзионные панели для перегородок выпускают следующих размеров: длиной до 4200 мм, шириной 300 и 600 мм, толщиной 60 и 80 мм, их пустотность составляет 55...60 %. Изделия получают из гипса, песка и опилок в соотношении 1:1:1 по объёму.

Прочность при сжатии гипсобетона должна быть не менее 3,5 МПа. Влажность при отпуске потребителю – не более 6 %. Средняя плотность 1300...1400 кг/м³.

Гипсобетонные стеновые камни применяются для возведения наружных и внутренних стен одно- и двухэтажных жилых и подсобных зданий. Изделия для наружных стен гидрофобизируются.

Стеновые камни сплошные и пустотелые изготавливают на механизированных станках из жёстких гипсобетонных смесей с лёгкими заполнителями, используя виброуплотнение.

Прочность блоков – 3,5...10 МПа, морозостойкость камней из гипсобетона составляет 10...15 и 15...20 циклов соответственно для изделий на гипсовом и гипсоцементнопучцолановом вяжущем. Размер камней 390x190x188 мм, масса – 7...21 кг.

8. Стеновые изделия из арболита

Арболитовые изделия изготавливаются на основе древесной дробленки, цемента, минерализаторов и корректирующих добавок. Изделия применяются для строительства малоэтажных домов и хозяйственных построек, в основном в сельской местности.

Из арболита изготавливают стеновые панели, крупные и малоразмерные блоки. Стеновые панели могут быть однослой-

ными, офактуренными с двух сторон раствором марки 100 или трёхслойными – наружные слои из тяжёлого бетона, внутренний слой из арболита.

Стеновые изделия из арболита имеют следующие физико-механические свойства: средняя плотность 400...800 кг/м³ прочность при сжатии 0,5...3,5, а при изгибе 0,7...1,0 МПа, теплопроводность – 0,08...0,16 Вт/(м К), водопоглощение – 30...70 %, морозостойкость – 25...50.

9. Стеновые блоки из опилкобетона

Разработана технология производства опилкобетонных блоков на гипсоцементном вяжущем. Конструкция и размеры блока приведены на рис. 5.2).

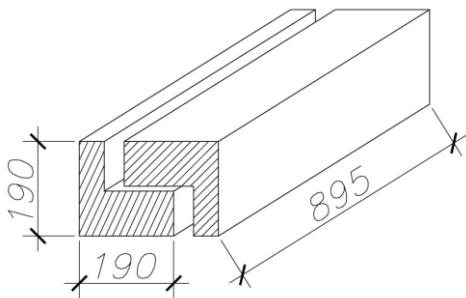


Рис. 5.2 Опилкобетонный стеновой блок

Блоки изготавливают из жёсткой бетонной смеси, содержащей опилки, керамзитовый или аглопоритовый песок, строительный гипс, портландцемент, замедлитель сроков схватывания, пластификатор и антикоррозионную добавку. Расход цемента на 1 м³ опилкобетонных блоков по сравнению с керамзитобетонными снижен на 200 кг. Время начала схватывания смеси – 10...20 мин. Состав быстротвердеющий. Для повышения водостойкости возможна поверхностная гидрофобизация изделий.

Опилкобетонные блоки обладают следующими эксплуатационными свойствами: прочность при сжатии составляет

2,5...7,5 МПа, средняя плотность – 800...1100 кг/м³, теплопроводность – менее 0,43 Вт/(м⁰С), морозостойкость – до 35 циклов, водопоглощение – 25...30 %.

Блоки формируются «лицом вниз» в стальных, деревянных или пластмассовых формах. При положительной температуре изделия достигают отпускной прочности через 3–7 суток. Объем блока составляет 0,023 м³, максимальная масса 28 кг, один блок эквивалентен 23 кирпичам.

10. Конструкционный брус на основе древесных отходов

Объединением «Втордрев» совместно с другими организациями разработан новый строительный материал – конструкционный брус, прессованный из отходов древесины на минеральных вяжущих.

Брус обладает следующими свойствами: прочность при сжатии 8 МПа, при изгибе – 1,1 МПа, средняя плотность – 900...1000 кг/м³, водопоглощение – не более 9 %, теплопроводность – 0,3 Вт/(м К), поперечное сечение бруса 150х250 мм, длина – 4000 мм (рис. 5.3).

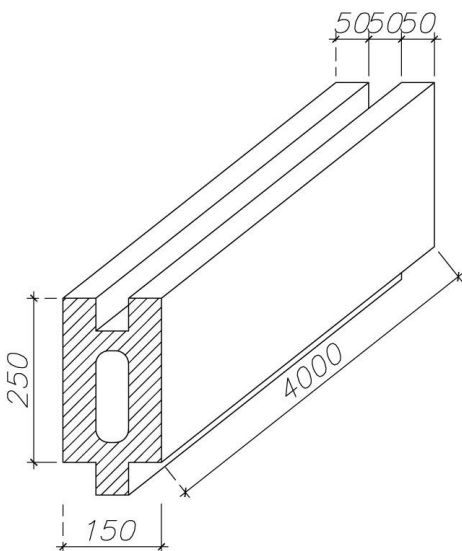


Рис.5.3. Конструкционный стеновой брус

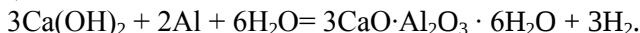
Брус предназначен для возведения наружных и внутренних стен.

Технология получения сводится к следующему. Кусковые древесные отходы измельчаются в рубильных машинах и дробилках, сортируются с отделением кондиционной фракции 6...10 мм. При влажности более 12 % последняя подаётся в сушильный барабан, после чего дозируется вяжущее – каустический магнезит и смесь перемешивается. Формуют брус способом экструзии на специальной линии отечественного производства. После раскраивания брус подаётся на склад для выдержки и хранения.

Изделия из ячеистого бетона

Стеновые изделия из ячеистых бетонов получают путем формирования их из поризованного текучего (до 50 % воды) шлама с последующим твердением. Поризация формовочной массы при получении изделий ячеистой структуры может осуществляться следующими химическим и механическим способами.

Химический способ поризации заключается в организации процесса газовыделения в формовочной массе за счет химического взаимодействия исходных компонентов. Реакция между газообразователем (алюминиевой пудрой) и гидроксидом кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) при получении газосиликата протекает по следующей схеме:



Образующийся водород обеспечивает поризацию (вспучивание) смеси.

Механический способ поризации включает в себя процесс автономного приготовления кремнеземвяжущей растворной смеси и технической пены с их последующим совместным перемешиванием. Таким образом получают пенобетоны на различных вяжущих.

В качестве компонентов в составе смеси для производства ячеистых бетонов используют вяжущие вещества, кремнеземистый компонент, порообразователь и корректирующие добавки (стабилизаторы).

Вяжущее вещество выбирают в зависимости от условий твердения и проектной прочности изделий из ячеистого бетона.

Для материалов неавтоклавного твердения в основном принимают портландцемент высоких марок. Недопустимо использовать в составе массы шлакопортландцемент и пуццолановый цемент.

Для автоклавных силикатных изделий в качестве основного вяжущего используют строительную известь воздушного твердения или известково-цементные вяжущие.

Кремнеземистый компонент (кварцевый песок), применяемый в изготовлении изделий из ячеистого бетона, частично подбергают помолу.

В качестве газообразователя используется алюминиевая пудра. Газообразователь – алюминиевая пудра используется при получении газобетона и газосиликата.

При получении пенобетона применяют следующие пенообразователи: клееканифольный, алюмосульфонафтенный. Ряд предприятий по производству пенобетонных изделий используют пенообразователь немецкой фирмы «Неопор» и «Пеностром» отечественного производства.

Технические пены в течение одного часа не должны оседать более чем на 10 мм.

Основным показателем действия пенообразователя является краткость пены, представляющая собой отношение объема готовой пены к объему исходного пенообразователя. Для низкократных технических пен этот показатель равен 10, для высокократных пен – более 10.

Корректирующие добавки используют для ускорения твердения бетона и стабилизации структуры поризованной массы. Добавками – ускорителями твердения служат: сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3$ и хлористый кальций $CaCl_2$. В качестве до-

бавок-стабилизаторов структуры поризованной массы используют гипсовый камень или жидкое стекло $R_2O \cdot nH_2O$.

В зависимости от вида вяжущего твердение изделий из ячеистых бетонов может осуществляться двумя способами: *автоклавным*, когда тепловлажностная обработка производится в автоклавах при давлении 0,8–1,2 МПа и температуре 175–210 °С, и *неавтоклавным*, когда твердение происходит при температуре 60–90 °С при повышенной влажности воздуха (пропарочные камеры, электропрогрев и др.).

Автоклавной обработке, как правило, подвергают газо- и пенобетонные изделия на известковом или смешанных вяжущих. Безавтоклавный способ твердения применяют для изделий, в которых вяжущими служат цементы.

С экономической точки зрения неавтоклавный способ твердения можно считать предпочтительным.

Ячеистый бетон нашел широкое применение в жилищном строительстве во многих странах с различными климатическими условиями. Отечественные ячеистые бетоны имеют теплопроводность в сухом состоянии от 0,10 до 0,14 Вт/(м К) при величине средней плотности 400...600 кг/м³. Для практического применения материала при проектировании стен необходимо учитывать влажность, возникающую в условиях эксплуатации.

Удельный объем ячеистобетонных изделий в балансе стеновых материалов в России невелик, в то время как, например, в Швеции более 50 % стеновых конструкций возводится из этого эффективного материала.

Большинство предприятий России изготавливают изделия с повышенной средней плотностью (600...650 кг/м³). Вместе с тем возможно существенно повысить выпуск стеновых конструкций с показателями средней плотности 400...500 кг/м³ и прочностью, равной нормативной для ячеистых бетонов со средней плотностью 600 кг/м³.

Стеновые мелкие блоки из ячеистых бетонов применяют для кладки наружных и внутренних стен зданий с относительной влажностью воздуха в помещениях не более 75 %. Запре-

щается применять мелкие блоки из ячеистых бетонов для стен подвалов, цоколей и других мест, где возможно сильное увлажнение бетона.

Мелкие блоки изготавливают из ячеистых бетонов средней плотностью от 500 до 1100 кг/м³. В зависимости от прочности стеновые блоки подразделяются на шесть марок: 25; 35; 50; 75; 100 и 150. Минимальная средняя плотность блоков марок 25 и 35 составляет 500...700 кг/м³, а максимальная – марок 100 и 150 – 1000...1100 кг/м³. Морозостойкость – F25 и F 35.

Размер блоков для наружных стен 600×300×250 и 600×200×250 мм, а для внутренних 300×300×300 и 300×200×300 мм. Выпускают также доборные блоки шириной 200 и 300 мм, различной длины и высоты. Один блок размером 600×200×250 мм средней плотностью 600 кг/м³ имеет массу 18 кг и может заменить в стене 15–20 кирпичей массой 80 кг.

При монтаже блоков используется силикатный клей следующего состава, %: цемент М400 – 27; мелкий песок – 20; жидкое натриевое стекло – 4,6; фтористый натрий – 7.

Крупные блоки наружных и внутренних стен производятся длиной от 480 до 600 мм, шириной 400 мм и толщиной 600 мм. Они соответствуют маркам 35 и 50 по прочности, имеют среднюю плотность 600–700 кг/м³. Теплопроводность блоков составляет 0,12...0,143 Вт/(м°K), масса до 1020 кг.

Глава 6. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Назначение

Теплоизоляционными называют строительные материалы и изделия, обладающие малой теплопроводностью, предназначенные для теплоизоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов (коэффициент теплопроводности $\lambda \leq 0,175$ Вт/м°С, $\rho \leq 500$ кг/м³). В 1995 году в России были приняты новые требования к теплозащите зданий. В соответствии с ними теплозащитные характеристики ограждающих конструкций повышены в 2,5–3,5 раза. Теплоизоляционные материалы с низким значением коэффициента теплопро-

водности λ обладают высокими теплозащитными свойствами, они позволяют снизить массу зданий (толщину стен), уменьшить материалоемкость строительства и, как следствие, транспортные расходы, экономить топливно-энергетические ресурсы в технологических процессах и при эксплуатации зданий и сооружений. Только применяя эффективные теплоизоляционные материалы в конструкциях ограждений, можно построить здание, отвечающее современному уровню комфорта.

Классификация теплоизоляционных материалов

Теплоизоляционные материалы и изделия классифицируют:

1. По виду исходного сырья

неорганические (минеральная и стекловата, легкие бетоны, ячеистое стекло, пенокерамика, изделия из асбеста);

органические (пенопласты, композиты на основе древесины).

2. По структуре

волокнистые;

ячеистые;

зернистые (сыпучие).

3. По форме и внешнему виду

рыхлые (перлит, вермикулит, гранулированная минвата, торфяная крошка);

плоские (плиты, маты, войлок);

фасонные (цилиндры, полуцилиндры, скорлупы, сегменты);

шнуровые (шнуры, жгуты);

4. По плотности в сухом состоянии

особо низкой плотности (ОНП) – 15, 25, 35, 50, 75 кг/м³;

низкой плотности (НП) – 100, 125, 150, 175 кг/м³;

средней плотности (СП) – 200, 250, 300, 350 кг/м³;

плотные (Пл) – 400, 450, 500 кг/м³.

5. По теплопроводности

$A - \lambda$ до 0,06 Вт/(м·°C) – низкой теплопроводности;

Б – λ до 0,115 Вт/(м·°С) – средней теплопроводности;
В – λ до 0,175 Вт/(м·°С) – повышенной теплопроводности.

6. По жесткости подразделяются на классы

М – мягкие (относительные деформации выше 30 % при $R_{уд}$ 0,02 МПа);

П – полужесткие (от 6 до 30 %) ;

Ж – жесткие (до 6 %);

ПЖ – повышенной жесткости (относительные деформации до 10 % при $R_{уд}$ 0,04 МПа);

Т – твердые (относительные деформации до 10 % при $R_{уд}$ 0,1 МПа).

7. По характеру применения

строительная;

монтажная изоляция:

– для изоляции холодных поверхностей (зданий);

– для изоляции горячих поверхностей тепловых установок и трубопроводов;

– для изоляции холодильных установок.

8. По возгораемости (горючести)

несгораемые;

трудносгораемые;

сгораемые.

Общие технические требования

Способность ограждений оказывать сопротивление потоку тепла, проходящему из помещения наружу, характеризуется сопротивлением теплопередачи R_o , (м²·С)/ Вт:

$$R_o = 1/\alpha_b + R + 1/\alpha_n, \text{ где} \quad (6.1)$$

α_b – коэффициент теплообмена у внутренней поверхности ограждения, равный 8,7 Вт/м²·С ;

α_n – коэффициент теплообмена у наружной поверхности ограждения, равный 23 Вт/м²·С ;

R – термическое сопротивление конструкции ограждения зависит от толщины теплоизоляционного материала δ и его ко-

коэффициента теплопроводности λ и вычисляется по формуле $R = \delta / \lambda$.

В соответствии со СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» нормативные значения требуемого сопротивления теплопередачи R_o , исходя из условий энергосбережения, увеличены в 2,5–3,5 раза. Отсюда – либо увеличить соответственно толщину ограждений, либо применять многослойные конструкции, содержащие теплоизоляционные материалы.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен R_o , (м²·С)/Вт для регионов России и толщина (δ) стены из кирпича ($\lambda = 0,8$ Вт/м·С) и газобетона ($\lambda = 0,11$ Вт/м·С).

Табл. 6.1 Приведенные сопротивления теплопередаче наружных стен зданий

Наименование города	R_o , (м ² ·С)/ Вт	δ стены из кирпича, м	δ стены из газобетона, м
Краснодар	2,35	1,63	0,22
Волгоград	2,9	2,07	
Москва	3,15	2,27	0,31
Южно-Сахалинск	3,4	2,47	0,34
Хабаровск	3,6	2,63	0,36
Новосибирск	3,71	2,71	0,39
Иркутск	3,9	2,87	0,39
Чита	4,1	3,03	0,42
Магадан	4,7	3,51	0,48
Якутск	4,9	3,67	0,51

Следовательно, теплопроводность – важнейший показатель теплоизоляционных материалов. Обычно ТИМ состоят из твердого каркаса (материала) и воздуха, заполняющего поры.

$$\lambda = \lambda_{\text{мат}} + \lambda_{\text{возд}}. \quad (6.2)$$

Эквивалентная теплопроводность воздушного слоя в порах материала складывается из передачи тепла теплопроводностью, конвекцией и излучением:

$$\lambda_{\text{экв}} = \lambda_{\text{т}} + \lambda_{\text{к}} + \lambda_{\text{и}}. \quad (6.3)$$

В обычных условиях теплопередача излучением отсутствует. На тепловую изоляцию ограждающих конструкций оказывает влияние теплопередача в результате непосредственного контакта (теплопроводность) и от движущихся воздушных потоков (конвекция). Чем мельче поры, тем меньше конвективный теплообмен.

$\lambda_{\text{возд}} = 0,023 - 0,038 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ в порах размером от 0,1 до 2 мм.

Для предотвращения увлажнения и, следовательно, ухудшения свойств ТИМ предпочтительны закрытые поры, поскольку

$$\lambda_w = \lambda_c + \delta \cdot w_o, \text{ где} \quad (6.4)$$

λ_c – теплопроводность сухого материала ,

δ – коэффициент, учитывающий увеличение теплопроводности при увеличении объемной влажности материала (w_o) на 1 % .

$\lambda_{\text{воды}} - 0,58$, а $\lambda_{\text{льда}} - 2,32 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$.

В обычных условиях с увеличением температуры среды теплопроводность материалов возрастает

$$\lambda_t = \lambda_o + (1 + \beta \cdot t) , \text{ где} \quad (6.5)$$

λ_o – теплопроводность материала при 0°С ;

β – константа, зависящая от свойств материала.

Также следует учитывать, что кристаллические вещества лучше проводят тепло, поэтому теплоизоляционные материалы обычно создаются из веществ имеющих аморфную структуру.

Пористость – основной показатель ТИМ, определяющий их технические свойства, в том числе теплопроводность. Регулируя пористость, можно придавать материалу нужные свойства. Принято разделять пористость на истинную (общую), открытую и закрытую.

Истинная пористость:

$$П_{\text{и}} = П_{\text{з}} + П_{\text{о}}. \quad (6.6)$$

$$V_e - V_{\text{абс}}$$

$$П_{\text{и}} = \frac{V_e - V_{\text{абс}}}{V_e} 100 \% , \text{ где} \quad (6.7)$$

V_e – естественный объем материала с порами;

$V_{\text{абс}}$ – объем материала в плотном теле, без пор.

Объем истинной пористости для ТИМ может достигать 99 %.

Открытая пористость P_o – отношение объема сообщающихся пор, определяемого водонасыщением V_b , к объему материала V_e . Может составлять для ТИМ от 1 до 92 % .

$$P_o = \frac{V_b}{V_e} \cdot 100 \%, \quad (6.8) \quad \frac{m_b - m_c}{V_e \cdot S_b} \cdot 100 \%, \quad (6.9)$$

где m_b – масса насыщенного водой материала; m_c – масса сухого; S_b – плотность воды.

Закрытая пористость характеризует объем закрытых пор:

$$P_z = P_i - P_o. \quad (6.10)$$

Для ТИМ значения P_z могут составлять до 98 %.

Для получения качественной теплоизоляции предпочтительна мелкая закрытая пористость размером не более 0,1–1 мм.

Средняя плотность, кг/м^3 , определяется отношением массы материала к естественному объему материала, включая поры:

$$\rho_{\text{ср}} = m / V_e \quad (6.11)$$

Для теплоизоляционных материалов $\rho_{\text{ср}}$ не должна превышать 500 кг/м^3 .

Физико-механические свойства (прочность и деформативность) не являются определяющими для ТИМ, как правило, их значение невелико и определяет возможность сохранения изделиями формы и способность сопротивляться сжимающим нагрузкам. Так величины прочностных показателей составляют $R_{\text{сж}}$ от 0,025 (для пенопластов, или мягких минераловатных плит) до 5 МПа (для ячеистого стекла), $R_{\text{изг}}$ от 0,07 МПа до 2 МПа (для древесноволокнистых плит).

Водопоглощение – способность материала впитывать и удерживать воду – для теплоизоляционных материалов, в силу их специфических свойств, имеет очень важное значение, так как $\lambda_{\text{воды}}$ в 25 раз выше, чем $\lambda_{\text{воздуха}}$, содержащегося в мелких замкнутых порах. Водопоглощение по объему ($W_{\text{об}}$) всегда меньше объема пористости материала, а по массе ($W_{\text{м}}$) для ТИМ обычно превышает 100 %.

$$W_m = W_{об}/p_{ср}. \quad (6.12)$$

Гигроскопичность – способность сорбировать влагу из воздуха, зависит от природы материала, характера пористости, относительной влажности воздуха. Снижение гигроскопичности достигается путем уменьшения содержания открытых микропор, гидрофобизации, защиты поверхности водоотталкивающими растворами и обкладками. Для современных теплоизоляционных материалов это является обязательным условием.

Принципы получения пористой структуры

Для получения высокопористого строения материалов ТИМ применяют несколько основных методов. Для получения материалов ячеистого строения (ячеистые бетоны, пеностекло, пенопласты, пенокерамика) используют методы газо- и пенообразования, выгорающие добавки. Для волокнистой структуры (торфо-, минераловатные плиты) – способы свойлачивания и высокого водозатворения. Для теплоизоляционных засыпок – используют сыпучие зернистые материалы однородной формы.

1.Способ газообразования состоит во вспучивании исходной массы за счет выделения пузырьков газа в объеме материала, находящегося в пластичном состоянии. Газообразователи обычно вводят в исходную массу (алюминиевая пудра, порофосы, карбонаты и т.д.), но их роль могут выполнять и содержащиеся в материале компоненты, например, гидратная вода в перлитовой породе. Объем пористости может достигать 98 %.

2.Способ пенообразования. Для его реализации используют поверхностно-активные вещества (ПАВ), способные снижать поверхностное натяжение на границе раздела жидкая фаза – воздух., что обуславливает пенообразование. Синтетические пенообразователи – продукты нефтехимического синтеза, применяемые в строительстве моющие средства, сульфанола. Природные – клееканифольный, смолосапониновый и др. Варианты реализации способа: а) смешение суспензии пенообразователя и жидкой растворной части; б) сухая минерализация пены; в) аэрирование.

3.Способ удаления порообразователя. При его использовании возможно применение высокого водозатворения, которое состоит в введении большого количества воды при получении формовочных масс, испаряющейся при обжиге или сушке с образованием воздушных пор. Другим вариантом этого способа является использование выгорающих добавок при высокотемпературном обжиге.

4.Неплотная упаковка. Состоит в создании волокнистого каркаса путем образования искусственных волокон или при использовании естественного волокнистого строения (минеральная вата, древесноволокнистые плиты). Структура закрепляется при тепловой обработке. Этот метод также осуществляется при механическом связывании волокнистых материалов (камышит). Третьим вариантом является создание зернистой структуры, когда пористость образуется при применении сыпучих материалов и определяется гранулометрическим составом.. Чем однороднее по форме и размерам зерна, тем выше пористость материала, точнее межзерновая пустотность. Достигает 45–50 %.

Характеристика отдельных видов материалов

1. Неорганические теплоизоляционные материалы

Неорганические теплоизоляционные материалы составляют основную часть продукции отрасли, это объясняется распространенностью сырья, возможностью широкого регулирования свойств, применением практически в любых условиях эксплуатации.

Минеральная вата – рыхлый волокнистый материал, состоящий из тонких 0,5–12 мкм стекловидных волокон, получаемых из расплава легкоплавких горных пород, металлургических или топливных шлаков и их смеси. Расплавы получают в высокотемпературных печах (вагранках, ваннах, электродуговых, индукционных и др.) при 1300–1500 °С, с последующим раздувом в волокно под воздействием пара, вращающихся устройств или продавливанием через фильеры. Полученное минеральное волокно собирается в камере волокноосаждения на непрерывно

движущемся конвейере. Минеральную вату различают по плотности – до 80, до 90 и до 100 кг/м³, по теплопроводности – не более 0,041 и не более 0,047 Вт/(м·°C). Изделия на основе минеральной ваты получают путем закрепления волокнистого ковра сшивкой или склеиванием синтетическими, в основном фенолоформальдегидными, битумными или минеральными связующими (жидкое стекло, глина, цемент и др.). Относятся к одним из самых эффективных современных теплоизоляционных материалов.

Прошивные маты – гибкие изделия из слоя минеральной ваты без связующего, скрепленные при помощи прошивки проволокой или синтетическими нитями. Температура применения – до +700 °C.

Мягкие и полужесткие плиты изготавливают путем скрепления волокон при распылении связующего в камере волоконосаждения с последующей сушкой в камере полимеризации. Плотность плит 35–75, теплопроводность – 0,041–0,047 Вт/(м·°C). Применяют для теплоизоляции сложных криволинейных поверхностей.

Твердые плиты изготавливают «мокрым» способом из гидромассы, состоящей из минерального волокна, раствора связующего, поверхностно-активных веществ. Изделия из жидкотекучей массы формуют на вакуум-прессах с последующей тепловой обработкой при 150–180 °C в многоэтажных прессах. Получают плиты плотностью 175–200 кг/м³, теплопроводностью 0,047–0,058 Вт/(м·°C).

Плиты повышенной жесткости получают путем пролива раствора связующего через слой рыхлой ваты с последующим формованием плит вертикальной слоистости или гофрированной структуры на прессах различного типа. Имеют плотность 175–225 кг/м³, $\lambda \approx 0,045$ Вт/(м·°C), прочность при сжатии не менее 0,1 МПа. Плиты повышенной жесткости и твердые применяют при устройстве бесчердачных кровель, утеплении фасадов.

Для защиты теплопроводов и других криволинейных поверхностей применяют фасонные минераловатные изделия (скорлупы, сегменты, шнуры и т.п.).

Для промышленной теплоизоляции применяют также специальное базальтовое или диабазовое супертонкое волокно, которое выдерживает температуру до 1000 °С, имеет диаметр 0,5–3 мкм, плотность от 30 кг/м³, теплопроводность $\approx 0,035$ Вт/(м·°С), обладает стойкостью к коррозии.

В строительстве также используется стекловата и изделия на ее основе, которые получают из расплавленной стекломассы. По свойствам они близки к минераловатным изделиям. $T_{\text{прим}}$ до 400 °С, характеризуются вибростойкостью.

Изделия из минерального и стеклянного волокна, полученные по современным технологиям, отличаются от традиционных повышенной водостойкостью, не гигроскопичны и не горючи, это достигается применением специальных гидрофобизирующих добавок и антипиренов.

Такие изделия выпускают по технологиям фирм: PAROC, ROCKWOOL (производство минераловатных изделий); URSA, ISOVER (производство изделий из стекловолокна). Выпуск изделий по современным технологиям организован в последние годы и в России. Подобные материалы значительно дороже традиционных, но затраты себя оправдывают.

Ячеистое стекло (пеностекло) – высокопористый теплоизоляционный материал ячеистой структуры, полученный из стеклянного расплава спеканием с газообразователем при $T \approx 800\text{--}900$ °С. При спекании выделяется углекислый газ, образующий поры. При выходе из печи от непрерывно движущегося бруса отрезают блоки требуемой длины. Характеризуется высокой прочностью при плотности 150–500 кг/м³, $R_{\text{сж}}$ от 0,8 до 5 МПа, $R_{\text{изг}}$ – 0,5–2 МПа, теплопроводность 0,058–0,12 Вт/(м·°С), водостойкостью, минимальным водопоглощением до 5 % по объему, полной несгораемостью, морозостойкостью, легко обрабатывается, $T_{\text{прим}}$ – 400 °С. Применяют для изоляции тепловых сетей, стен, перекрытий, кровли, холодильников.

Ячеистые бетоны (газо- и пенобетоны) получают плотностью 250–400 кг/м³ при λ от 0,07 до 0,11 Вт/(м·°C), прочность при сжатии – от 0,5 до 2,5 МПа, водопоглощение по объему от 21 до 35 %, требуется защита от увлажнения. Ячеистые газобетоны получают на основе минеральных вяжущих (цемента, извести, промотходов) и кремнеземистого компонента (чаще всего кварцевого песка) с использованием порообразователя (алюминиевая пудра). Твердение бетонов происходит в пропарочных камерах при атмосферном давлении или автоклавах при давлении 0,8–1,2 МПа. Пенобетоны получают с применением пенообразователей (поверхностно-активных веществ для приготовления пены) с последующим смешением с цементным раствором.

В последние годы для снижения теплопроводности теплоизоляционных газобетонов применяют дополнительно поризацию пенообразователями, то есть получают пеногазобетон с плотностью до 250 кг/м³.

Для повышения прочности при изгибе на основе современных технологий возможно дополнительное применение волокнистых добавок, например, стекловолокна. Такие бетоны называют «фиброгазобетон». Теплоизоляционные ячеистые бетоны используют в трехслойных стеновых конструкциях, монолитной изоляции и других изделиях.

Керамические теплоизоляционные изделия изготавливают на основе пористых кремнеземистых горных пород (диатомитов и трепелов). Диатомиты или трепелы сушат, измельчают до тонкого порошка, иногда для лучшей связи вводят глину, в качестве порообразователя вводят выгорающие добавки (опилки, молотый уголь) или пенообразователи (пенодиатомитовые изделия). Массу перемешивают, разбавляют водой до пластичного состояния, формуют. Отформованные изделия сушат и обжигают при 900–1000 °C. Применяют в теплоизоляции промышленного оборудования в виде блоков или скорлуп. $T_{\text{прим}}$ изделий – до 900 °C, $\rho \sim 350\text{--}500$ кг/м³, λ от 0,087 до 0,119 Вт/(м·°C).

Материалы на основе асбеста применяются для высокотемпературной (450–700 °С) изоляции отопительных систем и заводского оборудования. Сырье хризотил – асбест и небольшое количество связующих веществ (магнезиальное вяжущее, цемент, известь), кремнеземистые компоненты.

Таким способом получают асбестовую бумагу, асбестовый картон, шнуры и мастики.

Асбесто-известково-кремнеземистые изделия получают из асбеста, извести и диатомита путем помола компонентов и распушки асбеста, с последующим получением известково-кремнеземистого шлама. Формование изделий производится методом заливки массы в формы и тепловой обработки в автоклавах с последующей сушкой. $\rho_{\text{изд}} \sim 200\text{--}350 \text{ кг/м}^3$, λ от 0,057 до 0,081 Вт/(м·°С).

Зернистые материалы применяют для устройства теплоизоляционных засыпок, штукатурок и получения штучных материалов.

Вспученный перлит – пористый сыпучий материал, получаемый путем измельчения и обжига при $T \sim 900\text{--}1250 \text{ °С}$ водосодержащих горных пород – вулканических стекол. Выделяясь в виде газообразной фазы, вода вспучивает пластичные частицы породы. Плотность перлитового песка 75–150 кг/м³, λ от 0,047 до 0,58, $T_{\text{прим}} \sim 900 \text{ °С}$.

Вспученный вермикулит получают из гидрослюд, вспучивающихся при удалении воды, содержащейся между пакетами слюды, нагретой до 800–1100 °С. Плотность вермикулита 100–200 кг/м³, λ от 0,056 до 0,07 Вт/(м·°С), $T_{\text{прим}}$ – до 1100 °С. Изделия из вспученных перлита и вермикулита кроме заполнителя содержат различные связующие: безобжиговые – битум, цемент, жидкое стекло, гипс, синтетические смолы; обжиговые – различные глины. Плотность изделий в зависимости от вида связующего от 100 до 500 кг/м³, теплопроводность от 0,039 до 0,105 Вт/(м·°С), $T_{\text{прим}}$ от 100 до 1100 °С.

2. Органические теплоизоляционные материалы

Органические теплоизоляционные материалы производят, используя различные виды древесного или другого растительного сырья, а также полимерные композиции. Теплоизоляционные пластмассы на сегодняшний день можно отнести к наиболее эффективным ТИМ. Материалы на основе растительного сырья в основном относятся к материалам местного применения или индивидуального строительства.

Материалы на основе древесины. К общим недостаткам этой разновидности ТИМ можно отнести горючесть, невысокую водостойкость, подверженность гниению, низкую температуру применения ($T_{\text{прим}} \sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$). Достоинства – доступность сырья, простые неэнергоёмкие технологии, высокая эффективность изделий (относятся к 1–2 группам эффективности, то есть $\lambda = 0,06\text{--}0,115\text{ Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{C)}$).

Древесноволокнистые плиты. Изготавливают путем горячего прессования волокнистой массы, состоящей из распушенных древесных волокон и различных добавок. Получают из неделовой древесины, измельченной вначале в щепу, а затем до состояния тонких волокон, которые смешивают с водой и получают плиты на отливочной машине, где масса обезвоживается и уплотняется при $P = 0,6\text{--}1,5\text{ МПа}$, после чего подвергается сушке. Теплоизоляционные плиты изготавливают без применения связующего, только за счет эффекта «свойлачивания» волокон. Плотность теплоизоляционных плит менее 250 кг/м^3 , λ менее $0,07\text{ Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{C)}$, толщина 8–25 мм.

Фибролит – плитный материал на основе древесной шерсти (стружки длиной 200–500 мм, шириной 2–5 мм, толщиной 0,3–0,5 мм). Древесную шерсть получают на специальных станках, смешивая затем со связующим – портландцементом и раствором минерализатора – хлористым кальцием. Изделия получают в прессах различной конструкции с последующей длительной сушкой и кондиционированием. $\rho = 300\text{--}400\text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,08\text{--}0,115\text{ Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{C)}$, толщина плит 30–100 мм, $R_{\text{изг}} = 0,4\text{--}1,2\text{ МПа}$.

Арболит – легкий бетон на основе портландцемента, жидкого стекла и органических заполнителей (древесной дробленки, опилок, щепы, сечки соломы, костры льна, хлопчатника и др.

видов растительного сырья), обработанных раствором минерализатора. К теплоизоляционным материалам относят арболит ρ менее 500 кг/м^3 , $\lambda = 0,08\text{--}0,12 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, $R_{\text{сж}} 0,35\text{--}1,5 \text{ МПа}$. $R_{\text{изг}} = 0,2\text{--}0,5 \text{ МПа}$.

Эковата – новый мелкозернистый и плотный утеплитель, полученный путем последовательного сухого измельчения макулатуры и обработки специальными химикатами. Наносится на изолируемую поверхность сухим и влажным напылением; λ не более $0,041 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$. Впервые получение эковаты разработано в США.

В последние годы стали возрождаться технологии получения недорогих местных материалов, незаслуженно забытые в 80–90-е годы. Это одни из самых дешевых материалов, их применение рекомендовано для одноэтажных зданий, подсобных помещений: складов, хранилищ и других объектов местного строительства.

Торфоплиты получают из волокон мха-сфагнума, склеенного смоляными веществами, выделяемыми при тепловой обработке. Торф измельчают, смешивают с водой и добавками до получения гидромассы, нагревают и прессуют при давлении $0,2 \text{ МПа}$. Сырые изделия подвергают сушке. Плотность – $170\text{--}220 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,058\text{--}0,064 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, $R_{\text{изг}} = 0,3\text{--}0,5 \text{ МПа}$.

Камышит – местный теплоизоляционный материал, изготовленный в виде плит из плотно уложенных стеблей камыша, скрепленных оцинкованной проволокой на специальных автоматических станках. Относится к одному из самых дешевых видов ТИМ. Плотность $175\text{--}300 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,058\text{--}0,098 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, $R_{\text{изг}} = 0,5 \text{ МПа}$.

Материалы на основе синтетического сырья

Теплоизоляционные пластмассы относят к наиболее перспективным и эффективным материалам (1-я группа эффективности), λ составляет $0,026\text{--}0,058 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, легки (от 5 до 150 кг/м^3), водостойки, не гнивают. Недостаток – ограниченная температуростойкость (от 60 до 150°C), повышенная горючесть.

Различают пенопласты – материалы с преимущественно закрытыми порами и поропласты – с сообщающимися порами.

Получают ячеистые пластмассы прессовыми и беспрессовыми методами. Прессовые материалы характеризуются большей прочностью, жесткостью, чаще закрытой пористостью, но их получение требует дорогого и сложного оборудования, стационарных установок. Беспрессовые пластмассы возможно получать по заливочной технологии непосредственно на объекте или при использовании простых устройств в условиях цеха.

Пенополистирол – наиболее широко распространенный пенопласт. Широко используется беспрессовый способ получения с предварительным вспениванием гранул за счет заключенной в них легкокипящей жидкости, с последующим спеканием в монолит. Средняя плотность $15\text{--}50\text{ кг/м}^3$, λ составляет $0,035\text{--}0,042\text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, горюч, $T_{\text{прим}} = 60^\circ\text{C}$, $R_{\text{сж}}$ – до $0,2\text{ МПа}$.

В последнее время начат выпуск пенополистирола прессовым методом по современной экструзионной технологии, с применением твердого порообразователя (ρ от 40 до 100 кг/м^3 , $R_{\text{сж}}$ – до 2 МПа , закрытая пористость), импортные аналоги – «стиродур», «экстропен».

Выпуск экструзионного пенополистирола налажен в Москве, Санкт-Петербурге и Свердловской области.

Пенополиуретан получают в результате химических реакций при смешении исходных компонентов (полиэфиров, изоцианатов, катализаторов, поверхностно-активных веществ). Изготавливают жесткий и эластичный пенополиуретан. Эластичный (поролон) характеризуется плотностью $30\text{--}50\text{ кг/м}^3$, теплопроводностью до $0,032$, открытой пористостью, $T_{\text{прим}}$ до 110°C , горюч. Жесткий обычно получают заливочным способом или, по современным технологиям, напылением под давлением на изолируемые поверхности, что придает материалу закрытую пористость и повышенную прочность. Разновидностью пенополиуретана является материал для герметизации стыков типа «Макрофлекс».

Благодаря современным разработкам удалось повысить $T_{\text{прим}}$ пенополиуретана до 170°C , снизить горючесть, повысить

прочность до 2,5 МПа. Такой материал может применяться для устройства безрулонной кровли и в промышленной теплоизоляции.

Мочевино-формальдегидный пенопласт (пеноизол) получают путем вспенивания водного раствора смолы с поверхностно-активными добавками, заливки в форму или в полость конструкции с последующей сушкой. Пеноизол – один из самых легких ($\rho = 5\text{--}35 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,035\text{--}0,041 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, $R_{\text{сж}}$ от 0,025 до 0,5 МПа) и самых дешевых пенопластов. Характерна открытая пористость и повышенная усадка.

Феноло-формальдегидные пенопласты выпускают на основе различных видов фенолоформальдегидных смол, с применением заливочных и беспрессовых методов. Газообразователь – алюминиевая пудра или порофор. Плотность от 30 до 150 кг/м^3 , $\lambda = 0,03\text{--}0,047 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, $R_{\text{сж}}$ – до 0,6 МПа, $T_{\text{прим}}$ – до 200 $^\circ\text{C}$. Для повышения прочности и снижения хрупкости используют различные добавки: вспученный перлит, минеральные волокна, гранулированное пеностекло, синтетические каучуки.

В последние годы для промышленной тепловой изоляции трубопроводов и оборудования разработаны новые утеплители – вспененный эластичный полиэтилен, получаемый экструзионным методом.

Для изоляции оборудования и инженерных коммуникаций применяют гибкий эластичный пенокаучук. Плотность от 60 до 85 кг/м^3 , $\lambda = 0,0\text{--}0,010 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, $T_{\text{прим}}$ от $-50(-200)^\circ\text{C}$ до $105(+175)^\circ\text{C}$ в зависимости от марок.

Основные свойства теплоизоляционных материалов представлены в табл. 6.2.

Табл. 6.2 Основные свойства теплоизоляционных материалов
(справочные данные)

Материалы	$\rho_{\text{ср}}, \text{ кг/м}^3$	$\lambda, \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$	$R_{\text{сж}}, \text{ МПа}$	$R_{\text{изг}}, \text{ МПа}$	$W_{\text{об}}, \%$	$W_{\text{м}}, \%$	$T_{\text{прим}}, ^\circ\text{C}$
Газобетон	200–400	0,07–0,11	0,4–1,5	0,2	23		400
Пеностекло	150–500	0,058–0,12	0,8–5,0	0,5–1,5	2–15	80–100	400
Минеральная вата	35–100	0,041–0,046	–	–	–	600	700

Мягкие плиты из минваты	50, 75	0,047	—	—	80–85	400–600	400
Жесткие плиты из минваты	225	0,06	0,1	—	—	—	100
Жесткие плиты из стекловаты	175–200	0,052–0,057	0,03–0,04				–60 +180
Пенокерамика	350–400	0,087–0,119	0,6–0,8	—			850–900
Перлит вспученный	75–150	0,041–0,058	—	—	30–60	350–400	–200 +900
Вермикулит	100–200	0,056–0,07	—	—			–260 +1100
Асбесто-известково-кремнеземистые	200–350	0,057–0,081	—	0,35–0,5			600
Мягкие древесно-волокнистые плиты	250–350	0,053–0,093	—	0,4–2,0	12–30		100
Фибролит	300–400	0,079–0,115	—	0,4–0,7	35–60		100
Арболит	400–450	0,08–0,12	0,35–1,5	0,2–0,5		40–85	100
Торфоплиты	170–260	0,052–0,075	0,3–0,5	—		170–190	100
Камышит	175–300	0,058–0,098	0,5	—			
Пенопласты беспрессовые	5–50	0,026–0,047	0,03–0,2	0,07–0,35			–60 +100
Пенопласты прессовые	50–100	0,038–0,052	0,1–2,5	0,3–1,0			–60 +150
Эковата	35–65	0,041–0,050					100

ГЛАВА 7 АКУСТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Акустическими материалами называют материалы, способные поглощать звуковую энергию, а также снижать уровень силы и громкости звуков, возникающих в воздухе и материале ограждения. Применяются для улучшения звукового комфорта в современных жилых, промышленных и общественных зданиях.

Звук – волнообразные колебания упругих сред (газов, жидкостей, твердых тел), возникающие от механических воздействий. Шумы – это звуки, вызываемые случайными причинами и не несущие полезной информации.

Изоляции подлежат звуковые волны с частотами 100– 3200 Гц. Волны с более низкими частотами воспринимаются как вибрация, а к волнам с частотой, превышающей верхнюю границу диапазона, человеческое ухо менее восприимчиво.

Различают воздушный шум, который возникает и распространяется в воздушной среде, затем воздействует на ограждения, приводит их в колебательные движения, передавая тем самым звук в соседние помещения.

Ударный шум возникает при ударе по конструкции или при воздействии вибрации.

Для оценки уровня шумов используют логарифмический параметр *уровня звукового давления* L (*уровня интенсивности звука*), взятый к пороговому значению J_0 .

$$L = 10 \lg J / J_0, \text{ дБ.} \quad (7.1)$$

Нормативными считаются следующие уровни звукового давления: для административных помещений 38–71, больниц – 13–54, жилья – 40–45 (днем), ~ 30 дБ (ночью). Уровень болевого порога (шум самолетных двигателей) – 120 дБ. Уменьшение уровня звука на 3–5 дБ воспринимается человеческим ухом как снижение на ~ 50 %.

Классификация акустических материалов

Поток звуковой энергии $E_{\text{пад}}$ при падении на поверхность ограждения частично отражается поверхностью ограждения $E_{\text{отр}}$, частично поглощается ($E_{\text{погл}} = E_{\text{пад}} - E_{\text{отр}}$), оставшаяся часть звуковой энергии проходит через ограждение ($E_{\text{прош.}}$).

По функциональному назначению различают:

- звукопоглощающие материалы (шумоглушающие), предназначенные для изоляции в основном от воздушных шумов, возникающих внутри помещения; их назначение – чтобы помещение обладало хорошей акустикой;

- звукоизоляционные или прокладочные материалы, применяют для изоляции от воздушного и ударного шума в многослойных конструкциях перекрытий и перегородок, чтобы звук, поступающий извне, не проникал в помещение;

- вибропоглощающие материалы, предназначенные для ослабления вибрационных колебаний конструкций.

Акустические материалы классифицируют также:

По форме

- штучные (блоки, плиты);
- рулонные (маты, полосовые прокладки, холсты);
- рыхлые и сыпучие (минеральная вата, вспученный перлит и др.).

По структурным признакам

- пористо-волокнистые (вата);
- пористо-ячеистые (ячеистый бетон);
- пористо-губчатые (пенопласты, резины).

По жесткости:

- мягкие, полужесткие, жесткие и твердые.

По возгораемости

- негорючие, трудногорючие, горючие.

Акустические материалы должны обладать стабильными физико-механическими и акустическими свойствами в процессе эксплуатации, быть био- и водостойкими, малогигроскопичными, не выделять в окружающую среду вредных веществ.

Звукопоглощение материалов оценивается коэффициентом звукопоглощения $\alpha = E_{\text{погл}} / E_{\text{пад}}$ в единицу времени.

Звукопоглощающие материалы (ЗПМ) по эффективности подразделяют на три класса:

- 1-й класс – α свыше 0,8;
- 2-й класс – α от 0,8 до 0,4;
- 3-й класс – α от 0,4 до 0,2 включительно.

Среднеарифметическое значение коэффициента α определяют в трех диапазонах частот, Гц:

- низкочастотном – 100, 125, 160, 200, 250 и 315;
- среднечастотном – 400, 500, 630, 800, 1000 и 1250;
- высокочастотном – 1600, 2000, 2500, 3150, 4000 и 5000.

К звукопоглощающим материалам к тому же предъявляются требования по декоративности. По механизму звукопоглощения все звукопоглощающие материалы делят на *пористые* и *резонансные* поглотители. Поглощение звука происходит за счет потерь энергии при вязком трении, преодолеваемом воздушным потоком в порах материала, теплообмена между стенками пор и воздухом, деформации гибкого скелета. При этом, чем больше открытая сообщающаяся пористость материала (желательна не менее 75 %), тем выше его звукопоглощающая способность. Обычно размер пор составляет от 0,1 до 1 мм. Высокочастотный звук поглощается мелкими порами, звукопоглощение на низких частотах происходит в более крупных порах. При размере пор менее 0,2 мм может происходить сорбционное увлажнение.

Для получения звукопоглощающих материалов применяют те же способы поризации, что и при производстве теплоизоляционных материалов. Однако технологические приемы и параметры изменяются с целью создания наибольшего количества сообщающихся пор и оптимизации их размеров.

Резонансные звукопоглотители (резонаторы) служат для поглощения звука в области низких частот. Они основаны на явлении резонанса массы воздуха, находящегося в горле резонатора, приводимого в колебательное движение внешним звуковым давлением. Если пористые звукопоглотители превращают звук преимущественно в тепловую энергию, то поглотители резонансного типа – в кинетическую. Конструктивно оформляются в виде перфорированных облицовок с подклейкой пористой ткани. Обычно дополнительная перфорация составляет от 15 до 30 %. Для увеличения эффекта звукопоглощения звукопоглощающие плиты располагают на некотором расстоянии от стены – «на отnose». Это сокращает полезную площадь помещений, но значительно увеличивает эффект звукопоглощения.

В качестве современных звукопоглощающих материалов применяют:

- в конструкциях без защитной оболочки – минераловатные плиты на различных связующих, синтетическом, гипсовом и др. с фак-

турным слоем; древесноволокнистые перфорированные плиты; пеногипсовые плиты, армированные стекловолокном со сквозной перфорацией; плиты из ячеистого бетона «Силапор» с глубокой перфорацией лицевого слоя;

- в конструкциях с защитными оболочками и экранами – минераловатные полужесткие плиты на синтетическом связующем; минераловатные маты прошивные по металлической сетке, маты и холсты из стеклянных, в том числе и супертонких волокон.

Звукоизолирующие свойства ограждений основаны на применении специальных конструкций, как правило, многослойных, оказывающих повышенное сопротивление прохождению звуковой энергии как ударного, так и воздушного шума. Затухание звуковой волны объясняется тем, что, попадая в материал, звуковая энергия расходуется на упругое деформирование элементов структуры этого материала. Поэтому звукоизоляционные материалы должны обладать упругими свойствами, которые характеризуются деформациями сжатия ($\varepsilon = \Delta h / h \cdot 100 \%$) и динамическим модулем упругости (E_d). Кроме того, звукоизоляционная способность конструкции зависит от ее размера, массы, структуры, жесткости, способа опирания и др.

Звукоизоляционные материалы (ЗИМ) характеризуются:

1. Динамическим модулем упругости:

- E_d не более 0,5 МПа при нагрузке на изоляционный слой 0,002 МПа для пористо-волокнистых материалов;
- E_d от 0,1 до 5,0 МПа для пористо-губчатых;
- E_d не более 15 МПа для зернистых материалов.

2. По показателям деформативности:

- мягкие (М), при ε более 15 % (не более 40 %) под нагрузкой 0,002 МПа, обычно это материалы волокнистой и пористо-губчатой структуры;
- полужесткие (ПЖ), при ε от 5 до 15 %;
- жесткие (Ж), ε не более 5 %;
- твердые (Т), ε менее 5 до 0 %.

Нормируемыми показателями звукоизоляции являются индекс изоляции воздушного шума J_v (дБ) и индекс приведенного ударного шума над перекрытием J_y (дБ).

Изоляция от воздушного шума

Изоляции подлежат звуковые волны с частотами 100–3200 Гц. Способами изоляции являются тяжелые массивные конструкции, увеличение массы перекрытий, применение тяжелых стекол, уплотнение оконных и дверных проемов и стыков. Другим прогрессивным вариантом звукоизоляции является применение многослойных конструкций со специальными облицовочными панелями. Такими звукоизолирующими панелями могут быть гибкие панели из фанеры, гипсокартонных плит или легких древесно-волоконистых плит, пробковые или пенополистирольные листы и т.п., которыми облицовывают бетонную панель или кирпичную кладку. Такие панели могут быть использованы совершенно отдельно от основной конструкции стены, могут быть установлены между стенами, полом и потолком. Они могут быть укреплены с помощью каркаса к основной тяжелой стене.

Изоляция от ударного шума

Ударный шум возникает в результате ударного воздействия на перекрытие и проникает через него. Устройством изолирующего пола его следует уменьшить настолько, чтобы не были слышны шаги в нижележащей квартире. В связи с этим очень трудно добиться достаточного звукоизоляционного эффекта, действуя в самом помещении, изоляция должна обеспечиваться полом вышерасположенной квартиры. Лишь подвесные звукоизоляционные потолки приносят некоторый эффект. Ударный шум необходимо устранять в точке его возникновения. Поскольку несущие части перекрытий не могут обеспечить достаточной изоляции ударного шума, то применяют «плавающие полы», действие которых можно рассматривать как устройство дополнительных изолирующих слоев на перекрытиях. Изоляция ударного шума обеспечивается за счет мягкопружинящего звукоизоляционного слоя (плиты из минерального и стекловолокна,

плиты из жесткого пенополистирола, полиуретанового пенопласта, легкие древесноволокнистые плиты и др.).

Вибропоглощающие материалы предназначены для поглощения шумов и вибрации при работе санитарно-технического и инженерного оборудования.

ГЛАВА 8 ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Отделочные материалы предназначены для повышения архитектурно-декоративных и эксплуатационных характеристик зданий и сооружений, для защиты конструкций от атмосферных и других воздействий.

В настоящее время в мире резко увеличился объем выпуска отделочных материалов для фасадов зданий, а также для внутренней отделки помещений.

Архитектурная выразительность, комфорт и микроклимат внутри помещений обеспечивается комплексными инженерными решениями.

1. Классификация

Существует несколько принципов классификации отделочных материалов.

1. По условиям эксплуатации

Отделочные материалы подразделяются на материалы для наружной отделки и материалы для внутренней отделки.

Наружная отделка:

- фасадов (материал представлен в учебном пособии (1))
- кровли и дорог

Процесс наружной отделки отличается высокой трудоемкостью, особенно отделка наружных стен фасадов зданий, в том числе ее ремонт. Кроме того, себестоимость этих материалов высока и составляет 60-80% от общей стоимости работ. Выполняется наружная облицовка прежде всего из атмосферостойких материалов, изделий и конструкций. Для фасадов важна – моро-

зостойкость, для кровли – добавляется требование по водонепроницаемости, для дорог – необходима износостойкость. Кроме того, более жесткие требования могут предъявляться к отдельным элементам здания, например к отделке цокольной части, и другим выступающим частям фасада.

Внутренняя отделка:

- стен;
- потолков;
- полов (материал представлен в учебном пособии (2)).

Все указанные материалы служат декоративным элементом в архитектурном оформлении помещений.

2. По назначению

Отделочные материалы по назначению подразделяются на следующие группы:

- собственно отделочные
- конструкционно-отделочные
- специально-отделочные

К *собственно отделочным* материалам относятся лакокрасочные материалы, плиточные материалы (керамические, силикатные и др.), рулонные материалы (линолеум, обои). Первые две группы могут быть использованы как для наружной, так и внутренней отделки. Собственно отделочные материалы имеют небольшую толщину, они образуют на поверхности тонкие слои (краски, лаки, декоративные штукатурки) или сами представляют тонкий рулонный материал (обои, линолеум), тонкие плиты (керамические, из горных пород). Такие материалы прочно связаны с основаниями и эта связь не должна разрушаться в процессе эксплуатации под влиянием различных воздействий.

Прочность сцепления (адгезия) обеспечивается:

- свойствами самого отделочного материала, его адгезией, развитой тыльной поверхностью и др.;
- свойствами приклеивающих, грунтовочных и шпаклевочных материалов;

- состоянием и подготовкой поверхности к отделке. В данном случае это целый комплекс материалов, работ, в том числе вспомогательных.

К группе *конструкционно-отделочных* материалов относятся лицевой кирпич и камни керамические, силикатные, декоративный бетон, стеклянные блоки и др. изделия, которые применяются не только с целью декоративно-художественной отделки, но и служат конструктивным несущим элементом. Такие изделия отличаются от конструктивных функциональными отделочными свойствами, меньшим водопоглощением и меньшей пористостью, высокой морозостойкостью (F 50 вместо F 35).

Специально-отделочные материалы и изделия выполняют определенные функции: защита людей от рентгеновского излучения – штукатурки, краски; защита от шума – отделочные и одновременно звукопоглощающие материалы.

Кроме функционально-отделочных свойств они должны обладать специфическими качествами.

3. По состоянию материала

Материалы делятся на три группы:

жидкие (представляют связующее вещество + декоративный компонент). Например, лакокрасочные материалы, наливные полы, штукатурные растворные смеси ит.д.;

штучные – изделия, которые устанавливаются в местах будущей эксплуатации. Например, керамические плитки для стен, для покрытия пола и др. Решающими критериями качества отделки являются не только декоративность и свойства самих плиток, но и свойства материалов для устройства плиточных облицовок. Это клеи устройства плиточных покрытий из керамики, мрамора, клеи для различных химически стойких, жестких и эластичных покрытий, а также цветные затирки для горизонтальных и вертикальных швов различной ширины.

рулонные материалы (различные виды обоев, пленки и т.д.);

сборные элементы – которые представляют собой крупно-размерные листы и плиты (стеновые панели, гипсоволокнистые листы, гипсокартонные листы, аквапанель, древесностружечные

плиты, ламинат и др.). Имея пазы, шпунты, панели легко входят друг в друга. Эти изделия могут закрепляться с помощью гвоздей, заклепок или монтажного клея. Стыкуясь, панели для стен, потолков, доски для пола образуют эффект ровной бесшовной поверхности.

4. По природе компонентов и химическому составу

По материаловедческому принципу классификации отделочные материалы делятся:

природные (материалы из древесины и отделочные материалы полученные способом выпиливания из горных пород);

искусственные (материалы и изделия по внешнему виду в большинстве своем имитирующие цвета, рисунки, текстуры, фактуры природных материалов древесины, горных пород).

По химическому составу отделочные материалы подразделяются на:

органические;

неорганические.

2. Свойства отделочных материалов

Свойства отделочных материалов можно разделить на две группы.

Функциональные (собственно-отделочные, эстетические),

Строительно-эксплуатационные (прочность, пористость, водопоглощение, твердость, истираемость, морозостойкость и т.д.)

К функциональным свойствам относится цвет и фактура. Для отделочных материалов важны показатели:

эстетическая характеристика,

эколого-гигиеническая оценка,

долговечность.

Долговечность это свойство сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами на ремонт, то есть долговечность – это срок службы без потери экс-

плутационных качеств материала или конструкции в конкретных условиях.

«Вечные материалы» нужны в отделке значимых зданий. Существуют материалы, которые долговечны в силу фазового и химического составов. Это стекло, горные породы, керамика. В отделке внутри помещений целесообразно рассчитывать на смену материала через 5-7 лет.

При оценке функциональных свойств возникает необходимость создания методики оценки эстетических характеристик, таких, как цвет, его оценка, оценка внешнего вида.

Компьютерная техника помогает в технологии соблюдать однородность окраски, декорирования. Показатели цвета, однородности устанавливаются методами люминофоров, сорбции красителей, фотометрическими и др. методами. Но ряд свойств не имеет определенной численной величины.

Система критериев выбора отделочных материалов предусматривает учет современных представлений о восприятии эстетических характеристик материалов. Некоторые характеристики можно выразить через физические параметры самой лицевой поверхности материала. Установление соотношения между показателями эстетических характеристик лицевой поверхности и психологическими аспектами их восприятия является довольно трудной задачей.

Основными физическими величинами, которыми можно пользоваться, являются, прежде всего, показатели из физики света.

Альбедо (от позднелат. Albedo – белизна)- величина, характеризующая способность поверхности отражать падающий на нее поток электромагнитного излучения. Альбедо равно отношению отраженного потока к падающему.

Белизна вызывается рассеянным отражением света, а определяется количественно как процент отраженного от поверхности изделия светового потока по сравнению с белизной баритовой пластинки (BaSO_4), принятой за эталон (100 %).

Блеск – качественная характеристика свойства поверхности отражающей свет.

Коэффициент отражения – отношение светового потока, отраженного от поверхности, к световому потоку, падающему на поверхность.

Светлота – относительная яркость поверхности материала, характеризующаяся коэффициентом отражения.

Коэффициент «альбедо», физический смысл которого заключается в соотношении количества отраженного и поглощенного тепла, поскольку, чем больше отражается солнечной энергии, тем меньше нагревается данная поверхность. Замеры такого показателя иногда даже проще выполнить, чем определение степени блеска на фотоэлектрическом блескомере.

Табл. 8.1 Показатели коэффициента альбедо и взаимосвязь с другими характеристиками для различных отделочных материалов

Наименование материала	Специальный коэффициент альбедо	Удельная теплоемкость, кДж/кг · °С	Пористость материала, %
Древесина (в зависимости от породы)	50,0 – 61,5	2,30	65
Керамический кирпич	10,0	0,88	35
Бетон	8,5	0,84	10
Кровельная сталь	6,0	0,48	0

Взаимосвязь такого показателя с параметрами теплоемкости, теплоусвоения материалов является абсолютно очевидной и приобретает значение, если рассмотреть специальный коэффициент альбедо как эстетическую характеристику, а теплоемкость как физический показатель, имеющий прямую связь с химическим составом вещества.

Использование традиционных природных каменных материалов, а также современных отделочных плит из керамогранита, как известно, позволяет многим архитекторам достичь для интерьера (а иногда и для всего объекта) ощущения «торжественности». Огромную роль для достижения декоративного эффекта играет такой параметр как светлота, а также цвет горной

породы и особенно специфический блеск минералов (жирный, тусклый, перламутровый или яркий).

Фактура подразделяется на гладкую (мелкозернистую, среднезернистую, крупнозернистую), бугристую и рельефную.

3. Лакокрасочные материалы

Лакокрасочные материалы предназначены для:

декоративной отделки поверхности, защиты материала от вредных воздействий окружающей среды;

улучшения санитарно-гигиенических характеристик зданий и сооружений.

К лакокрасочным материалам относятся краски, лаки, эмали и вспомогательные вещества (грунтовки, шпатлевки, замазки и др.).

Процесс получения красочного покрытия состоит из нескольких последовательных операций:

грунтование;

шпатлевание;

нанесение красочных слоев.

Число перечисленных операций определяется требованием к внешнему виду и условиям эксплуатации. Поэтому при выборе материалов необходимо помнить, что нужен не один красочный состав, а целая система, состоящая из грунта, шпатлевки, финишной шпатлевки и краски.

Назначение и определение ЛКМ

Грунтовочный слой представляет собой жидкий состав, предназначенный для выравнивания свойств материала по отссылающим свойствам. Грунтовка способствует улучшению сцепления основного покрытия с материалом *подложкой*.

Шпатлевочные составы наносят с целью выравнивания поверхности и ликвидации её дефектов. Шпатлевки представляют густые пастообразные составы, образующие трещиностойкий слой. Существуют также жидкости для снятия жирной пленки, удаления старых лакокрасочных покрытий, пасты поли-

ровочные, шлифовочные, уплотнительные, составы полирующие, нейтрализующие, моечные, а также замазки, уплотнители, ускорители, отвердители, мастика.

Краски – это однородные суспензии пигментов, наполнителей в пленкообразователях, дающие после высыхания непрозрачные покрытия. Краска может представлять собой сухую композицию пленкообразующего вещества с пигментом и наполнителем, образующую после расплавления, охлаждения и отвердевания твердую непрозрачную пленку (порошковая краска).

Лаки – это растворы пленкообразователей в органических растворителях или воде, образующие после высыхания прозрачную однородную пленку.

Эмаль – это суспензия пигмента, возможно и наполнителя, в лаке, образующая после высыхания блестящую пленку.

И так, все лакокрасочные составы содержат связующее или пленкообразующее вещество, в них вводится целый ряд специфических добавок для придания цвета, декоративности, повышения их технологических и эксплуатационных характеристик. В значительной степени изменить свойства покрытий можно химической модификацией или введением другого пленкообразователя.

Классификация лакокрасочных материалов

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) классифицируются по четырем основным признакам.

1. По виду связующего и эксплуатационному признаку.

Природа и химический состав пленкообразующего вещества определяют технологический процесс, долговечность красочного покрытия и экологическую безопасность. Поэтому в основу обозначений красочных материалов положен вид пленкообразующего вещества (буквенный индекс), и их назначение (цифровой индекс). Например, ВА – поливинилацетатные, ЖС – силикатные, АК – полиакриловые, КО – кремнийорганические.

В соответствии с требованиями ГОСТ установлено 7 классов внешнего вида покрытий в зависимости от дефектов. 1-й класс –

не допускаются никакие дефекты; 2-7 – возможны отдельные включения с учетом их числа (штуки на метр квадратный) в зависимости от длины, ширины, диаметра дефекта и расстояния между ними; в 3-7 классах допускается волнистость; в 5-7 классах – потеки; в 4-7 – разнооттеночность.

Цифровой индекс указывает на группу и условия эксплуатации.

2. По назначению

Классификация ЛКМ по назначению представлена в таблице 2.

3. По консистенции:

- жидкие,
- вязкие,
- пастообразные,
- порошковые.

4. По виду растворителя:

Краски наносятся тонким слоем на поверхность, жидко-вязкая консистенция достигается различными растворителями.

Табл. 8.2 Виды красок по назначению

Наименование по назначению	Группа	Условия эксплуатации
Атмосферостойкие	1	Покрытия, стойкие к различным климатическим воздействиям, эксплуатируемые на открытой площадке.
Ограниченно атмосферостойкие	2	Покрытия, эксплуатируемые под навесом и внутри неотапливаемых помещений
Консервационные	3	Покрытия, применяемые для временной защиты окрашиваемой поверхности
Водостойкие	4	Покрытия стойкие в условиях воды и ее паров.
Специальные	5	Покрытия, обладающие специфическими свойствами: стойкостью к рентгеновскому излучению, светящиеся и др.

Пример условного обозначения: краска ХВ-16 – перхлорвиниловая краска для атмосферостойких покрытий, регистрационный номер 6.

К группе водоразбавляемых красок относятся известковые, цементные, полимерцементные, клеевые, казеиновые и водно-дисперсионные лаки и краски, а также пасты. В отделке зданий и сооружений применяют комплексные покрытия (пасты), обладающие одновременно свойствами штукатурок и красочных составов, что позволяет уменьшить трудоемкость и срок процесса отделки. Пасты разнообразны по виду связующего вещества, это могут быть водоразбавляемые минеральные вяжущие и дисперсии полимеров, а также синтетические смолы.

Вторую группу составляют масляные краски на основе высыхающих масел или олифы. Традиционные масляные краски обладают невысокой технологичностью.

Третью группу – представляют окрасочные составы, содержащие летучие органические растворители (лаки и эмали). Использование летучих растворителей создает серьезный источник экологической вредности (токсичность, взрыво-, пожароопасность и др.).

Четвертая группа – порошковые краски, они не нуждаются в жидком компоненте и переводятся в рабочее состояние разогревом (расплавлением).

Более подробно классификация ЛКМ в зависимости от вида растворителя представлена на рис.1.

В соответствие с европейским стандартом ДИН ЕН 13 300 ЛКМ подразделяются по следующим признакам.

5. По стойкости к мокрому истиранию

По стойкости к мокрому истиранию ЛКМ делятся на 5 классов.

6. По укрывистости

- 1 класс – не менее 99,5 л/м²,
- 2 класс – 98 – менее 99,5 л/м²,
- 3 класс – 95 – менее 98 л/м²,
- 4 класс – менее 95 л/м²

На практике принято также подразделять лакокрасочные покрытия на группы по дополнительным признакам:

по прозрачности образуемых пленок - прозрачные (лаки) и непрозрачные (краски, эмали, грунтовки);

по степени блеска – глянцевые, полуглянцевые, полуматовые, матовые;

по условиям сушки – холодной сушки и горячей сушки;

по методу нанесения – кистевые, пульверизационные;

по последовательности нанесения слоев и типу покрытия;

по целевому назначению (потребительский признак).

7. По блеску

Обозначение	Показания рефрактометра
Глянцевый	= 60 (угол измерения 60 °)
Шелковисто-матовый	< 60 (угол измерения 60 °) = 10 (угол измерения 85 °)
Матовый	< 10 (угол измерения 85 °)
Глубоко матовый	< 5 (угол измерения 85 °)

8. По максимальному размеру зерна

Обозначение	Размер зерна	Продукты
Мелкий	до 100 мкм	Дисперсионные внутренние краски
Средний	до 300 мкм	Штукатурки с обработкой кистью
Крупный	до 1500 мкм	Структурные штукатурки с мелким зерном
Очень крупный	свыше 1500 мкм	Структурные штукатурки с крупным зерном

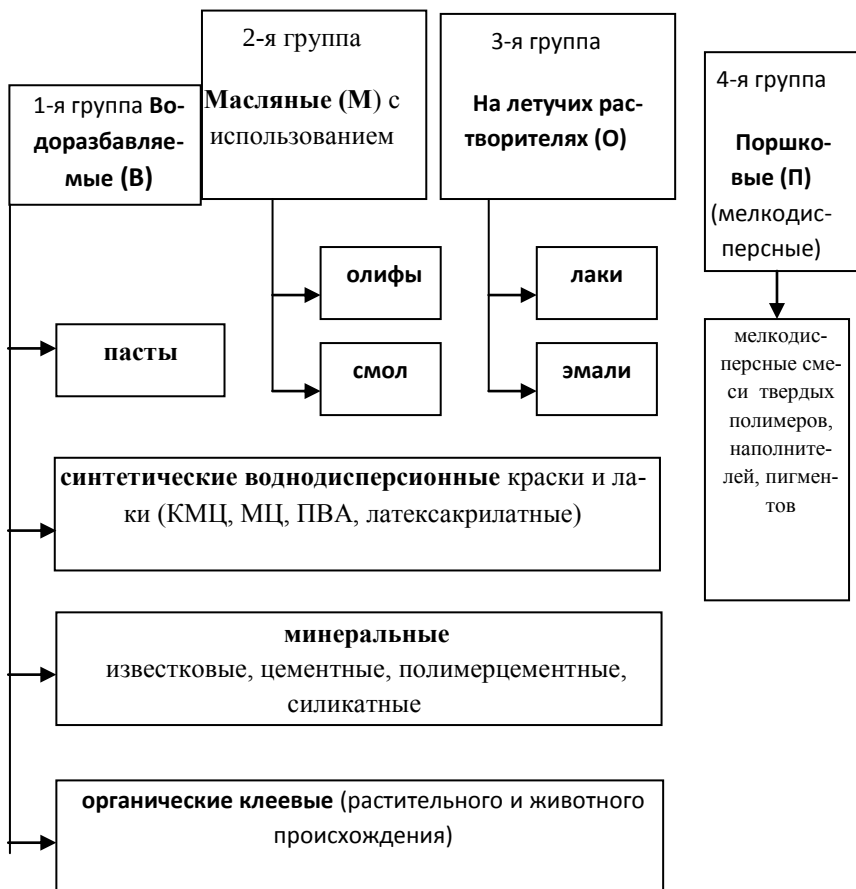


Рис. 8.1. Классификация ЛКМ по виду растворителя

Компоненты ЛКМ и их назначение

Пленкообразующие вещества служат для сцепления между собой компонентов красочного состава и создания тонкой пленки, прочно держащейся на поверхности. Они ответственны за создание пленки, адгезию ее к поверхности окрашиваемого предмета, удерживание внутри слоя покрытия частиц пигмента и наполнителя. Помимо этого, эффективное пленкообразующее вещество обеспечивает покрытию водонепроницаемость, но в то же время позволяет ему «дышать», препятствует размножению микроорганизмов, не являясь ядовитым для человека, задерживает ультрафиолетовые лучи, само при этом, не разрушаясь.

Процесс пленкообразования зависит от вида связующего и связан с протеканием физико-химических процессов в слое краски (например, в минеральных, известковых, цементных), связан с испарением растворителя (О), распадением водных дисперсий (ВД), «высыханием» масел за счет окисления кислородом воздуха (М). Ускоряют этот процесс отвердевания краски различные добавки – сиккатывы (сикко – сушить, высушивать), лессирующие добавки наоборот замедляют высыхание краски.

Связующим веществом в порошковых красках являются термопластичные полимеры (полиэтилен, поливинилхлорид, полиамид) и реактопласты (эпоксидные, полиэфирные, полиуретановые). Под воздействием определенных температур (170-250°C) происходит ожождение состава (расплавление), происходит слияние частиц, отверждение (образование стойкого покрытия).

Пигменты – (от лат. *Pigmentum* – краска) это высокодисперсные вещества, нерастворимые (в отличие от красителей) в воде, органических растворителях, пленкообразователях и других средах, обладающие определенным набором оптических, механических, сорбционных свойств.

Пигменты могут быть неорганическими или органическими веществами природными и синтетическими.

Пигменты классифицируют по нескольким признакам.

По цвету:

1) ахроматические:

белые (цинковые белила, диоксид титана, литопон, свинцовые белила);

черные (сажа, черный оксид железа);

серые (цинковая пыль, алюминиевая пудра);

2) хроматические:

имеющие собственный цветовой тон.

По назначению:

пигменты общего назначения;

пигменты для противокоррозионных лакокрасочных материалов;

пигменты специального целевого назначения, придание изделиям специальных свойств;

пигменты для художественных красок.

По влиянию на коррозионные процессы пигменты подразделяются на три группы:

антикоррозионные (цинк, борат, фосфат и тетраоксихромат цинка; хромат строния, фосфат хрома);

коррозионно-нейтральные (оксид железа, хроматы свинца);

стимуляторы (графит, сажа).

По значению специальных пигментных свойств:

пигменты – красящие вещества

пигменты – наполнители, которые применяют лишь в комбинации с хроматическими и ахроматическими пигментами для удешевления композиций и улучшения декоративных показателей.

По химическому составу:

хроматы;

железооксидные;

кобальтовые;

медные и др.

Железооксидные пигменты имеют широкую цветовую гамму благодаря различному химическому составу. Выделяют следующие основные железооксидные пигменты:

желтые пигменты являются гидратами оксида трехвалентного железа $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ или $\text{FeO}(\text{OH})$,

красные – оксидами трехвалентного железа Fe_2O_3 ,

черные – ферритами железа Fe_3O_4 ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$),

коричневые – смесью черных и красных пигментов,

оранжевые – смесью желтых и красных пигментов,

зеленый железооксидный пигмент – механическая смесь, состоящая из 90 % желтого железооксидного пигмента и 10 % голубого фталоцианинового пигмента,

синий железооксидный пигмент представляет собой продукт взаимодействия ферроцианида натрия и FeSO_4 .

Железооксидные пигменты обладают высокой укрывистостью и красящей способностью, они устойчивы к действию света, солей, слабых кислот и щелочей. Придают изделиям значительную механическую прочность и непроницаемость для влаги. Красные пигменты – термостойки.

Железооксидные пигменты применяются для окрашивания цементных материалов, бетона, строительных смесей, керамики, цементно-песчаных и цементно-известковых изделий, для производства кирпича, полимерных и лакокрасочных материалов, в том числе – в воднодисперсионных красках, грунтовках, эмалях, предназначенных для отделки поверхностей внутри и снаружи помещений.

В противокоррозионных покрытиях металлов роль ингибиторов коррозии выполняют пигменты: хроматы цинка, бария, стронция и др. Органические пигменты, в отличие от неорганических не обладают защитными свойствами, они являются чисто декоративными компонентами. Выбор пигментов определяется их свойствами, параметрами переработки и условиями эксплуатации изделий. При выборе следует иметь в виду, что технические свойства пигмента (оттенок, укрывистость, светостойкость, интенсивность и др.) зависят не только от химического состава, но в большей степени от размеров и формы частиц, которые в свою очередь, зависят от условий получения пигмента: концентрации и температуры исходных растворов, интенсивности перемешивания, температуры и т.д.

Помимо традиционных порошковых пигментов, в настоящее время используют новые пигменты в виде паст-концентратов, эмульсий и микрокапсул.

Пигментные пасты применяются для колеровки водных, алкидных и масляных лакокрасочных материалов, а также анти-септиков.

Для получения различных оттенков краски в настоящее время используется несколько базисных красок и пигментных паст (колерирующих концентратов). При составлении рецептуры колеровки применяется спектрофотометрическое оборудование и компьютеры. Примером современной системы колеровки красок и пионером в технологии является фирма «Тиккурила». Ассортимент базовых красок разнообразен: водорастворимые на акрилатной основе; масляные; эмали алкидные; водоразбавляемые акрилатные лаки.

Наполнители вводятся в красочные составы для их удешевления, повышения декоративных и защитных свойств. В качестве наполнителей применяют,* тальк, диатомит, слюду, молотые мел, известняк, кварцевый песок и др. Известно использование полимерных порошков таких как, полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид и др.

* преимущественно светлоокрашенные в основном неорганические порошки.

Общие технические свойства ЛКМ

Лакокрасочные материалы должны обладать определенными свойствами, характеризующими их как отделочные, защитные и декоративные покрытия строительных конструкций. К таким свойствам относятся: стойкость в атмосферных условиях, свето-, щелоче-, кислотостойкость, стойкость к действию сероводорода, красящая способность, укрывистость, дисперсность, устойчивость к воде и маслу, время и степень высыхания, условная вязкость, прочность покрытия на изгиб, степень перетира красочного состава, цвет, розлив и др.

Для красочных составов большое значение имеет вязкость, прочность сцепления всех частиц между собой (когезия), и прочность сцепления с поверхностью (адгезия).

Вязкость – относится к реологическим свойствам и связана со структурой материала. Этот показатель определяет выбор способа нанесения красочных составов. В соответствии со стандартами определяют условную вязкость по скорости истечения заданного объема из емкости с определенным диаметром отверстия.

Твердость покрытия – характеризует его когезионную прочность и степень высыхания устанавливается при помощи маятниковых приборов.

Красящая способность – свойство пигмента окрашивать другой материал. Красящая способность выражается в процентах и устанавливается сравнением с красящей способностью утвержденного образца.

Укрывистость (кроющая способность) – способность краски при равномерном нанесении ее на одноцветную поверхность делать невидимым цвет последней или при нанесении на черно-белую поверхность уменьшать контрастность между черной и белой поверхностями до исчезновения разницы между ними, выражается в $г/м^2$.

Прочность покрытия на изгиб устанавливают путем определения минимального диаметра стержня, изгибание на котором окрашенной металлической пластинки толщиной 0,25-0,3 мм не вызывает разрушения и отслаивания лакокрасочной пленки.

Степень высыхания – состояние поверхности нанесенного лакокрасочного материала при определенной продолжительности и температуре сушки.

Различают 5 степеней высыхания. В строительстве в основном приводится время высыхания до степени 1 («от пыли») и до степени 3, которое условно называют «полным».

Степень отверждения покрытия характеризуется твердостью.

Адгезия лакокрасочных материалов – способность сцепления с металлическими поверхностями. Для определения исполь-

зуется метод решетчатых надрезов, которые делаются бритвой или скальпелем. Далее делается оценка состояния покрытия. Количественный метод основан на измерении усилия, необходимого для отслаивания гибкой подложки от лакокрасочной пленки.

Степень перетира заключается в установлении наименьшей толщины компонентов в испытуемом материале.

Розлив – свойство материала через некоторое время после нанесения его на поверхность делать незаметными следы кисти, создавая совершенно гладкое покрытие.

Кроме указанных свойств могут быть и дополнительные специфические, например, огнестойкость и т. д.

Грунтовки

Грунтовочный слой представляет собой жидкий состав, предназначенный для:

выравнивания свойств материала по впитывающим свойствам;

улучшения сцепления отделочного покрытия с материалом основания;

защиты и подготовки металла под покраску;

укрепления пористых непрочных покрытий;

нейтрализации кислотно-щелочной среды поверхности.

Большинство красок рассчитаны на диапазон pH 5-10, т.е. от слабокислого до слабощелочного. Следует отметить, что бетонные стены имеют щелочную природу. Оштукатуренные поверхности могут иметь еще более сильную щелочность из-за часто вводимой в них извести. Кирпич непосредственно близок к нейтральной среде, но цементный раствор в кладочных швах также имеет высокие значения pH. Этот фактор необходимо учитывать при выборе грунтовок.

Слишком сухие стены опасны, недостаточная влажность связана с гигроскопичностью материала стены. Этим свойством обладают поверхности из различных материалов на основе портландцемента, кирпича, силикатного бетона. Такие поверх-

ности мгновенно «вытягивают» воду из краски, препятствуя нормальному пленкообразованию. В итоге, краска начинает осыпаться, как будто в ней нет связующего.

Грунтовочные составы могут наноситься на отделываемую поверхность стены перед шпатлеванием, между отдельными слоями шпатлевки (например, грубое шпатлевание и финишное), после шпатлевания перед дальнейшей отделкой (окраской или оклейкой обоями).

Грунтовки можно классифицировать по нескольким признакам:

- по виду пленкообразующего вещества (латексные, поливинилацетатные, акриловые, алкидные);

- по назначению (силеры – пропитки для укрепления отделываемой поверхности, праймеры – грунты для выравнивания цвета основы и увеличения адгезии, специальные грунты (например, грунт-антигриб).

Для обеспечения высококачественного покрытия и обеспечения длительности службы поверхность перед покраской необходимо подготовить. Суть этой процедуры заключается в очистке от продуктов коррозии, старой краски, жировых и других загрязнений. Способы подготовки поверхности подразделяются на три основных группы: механические, термические и химические.

К механическим способам очистки относятся: очистка инструментом (щетки, шлифовальные машинки), очистка при помощи песка, дроби, смеси песка и воды.

К химическим способам очистки поверхности относится ее обезжиривание, которое производится с помощью щелочных моющих составов или активных растворителей (смывок) в зависимости от типа загрязнения.

Термический способ применяется для очистки металла от ржавчины и окалины с использованием пламени кислородно-ацетиленовой горелки.

Грунтование следует производить сразу же после окончания работ по подготовке поверхности. Грунтовку можно наносить кистью, краскораспылителем и т.д. При окраске поверхностей,

подвергающихся воздействию повышенной влажности или эксплуатируемых в атмосферных условиях, грунтование рекомендуется выполнять кистью. В этом случае пленка воды, если она имеется на поверхности, эмульгируется или удаляется в процессе растушевывания краски. Грунт должен быть тонким по сравнению с внешними слоями краски. Сушку грунта следует проводить в соответствии с режимом, предусмотренным технологией. При глянцевой поверхности грунт нужно слегка зачистить мелкой наждачной шкуркой.

Шпатлевки

Для шпатлевочных составов, в отличие от отделочных материалов, не так важна светостойкость и водостойкость (кроме ванных комнат и санузлов), как механическая прочность, хорошая шлифуемость и, самое главное, экологическая чистота, особенно если это касается жилых помещений.

В зависимости от степени готовности к работе шпатлевки можно разделить на:

готовые к употреблению (масляноклеевые, акриловые и т.д);

сухие смеси на основе гипса или портландцемента.

Традиционно в России довольно широко применялись масляноклеевые шпатлевки на основе олифы. Они дешевы и просты в работе, но одновременно имеют ряд недостатков: экологическая небезопасность, низкая долговечность, низкие механические прочностные характеристики и плохая совместимость со всеми другими материалами кроме масляных красок и олифы.

Современный рынок представлен широким спектром сухих шпатлевок на основе цемента или гипса. Сухие смеси существенно лучше масляноклеевых шпатлевок, но и они имеют свои минусы.

Во-первых, эти шпатлевки являются полуфабрикатом и перед применением их необходимо тщательно перемешать с водой, что бывает сделать весьма затруднительно без специального оборудования.

Во-вторых, сухие шпатлевки имеют ограниченный промежуток времени работы с ними без потери пластичности.

Поэтому на современном рынке строительных материалов также широко представлены готовые шпатлевки на основе водных дисперсий, например ПВА или акриловые.

Прежде чем наносить шпатлевку на поверхность необходимо убедиться в качестве поверхности. Если она пылит или осыпается, необходимо очистить осыпающиеся фрагменты, после чего покрыть укрепляющим грунтовочным составом.

При выборе шпатлевки необходимо обратить внимание на ее тип: малоусадочная, среднеусадочная, грубая, мелкая, финишная, водостойкая или неводостойкая. При выборе шпатлевки не стоит выбирать универсальный материал, так как он всегда будет проигрывать по своим характеристикам узкоспециализированным материалам.

При выборе шпатлевок необходимо обращать внимание на реологические свойства, усадку, склонность к растрескиванию.

Хорошая шпатлевка без приложения внешних воздействий должна обладать высокой вязкостью, а при внешнем воздействии, например шпателем, вязкость должна резко снижаться. При окончании механического воздействия вязкость сразу должна возрасти до первоначального значения. То есть хорошая шпатлевка не должна стекать со шпателя, а должна «висеть» на нем. При нанесении на стену наоборот шпатлевка должна иметь высокую подвижность. По окончании внешнего воздействия эта подвижность должна сразу исчезнуть, иначе шпатлевка будет «сползать» со стены.

Усадка важный фактор, особенно при работе с грубыми поверхностями. Вследствие усадки на отшпатлеванной поверхности могут образовываться трещины.

Слишком большая усадка может привести к растрескиванию. К растрескиванию также приводит слишком быстрое высыхание слоя, которое может быть обусловлено низкой влажностью стены и большой ее «отсасывающей» способностью. Поэтому перед нанесением шпатлевки поверхность стены необходимо прогрунтовать.

Современные краски

Задача промышленности – ограничить содержание летучих растворителей в лакокрасочных материалах и использовать в большей степени *вододисперсионные* и порошковые краски. Лидирующее место в настоящее время заняли акриловые краски, они могут быть двух видов *водоразбавляемые* (В) и *органоразбавляемые* (О). В первом случае они изготавливаются из водных дисперсий (латексов), во втором - из акриловых смол.

Вододисперсионная краска (эмаль) это суспензия пигментов и наполнителей в пленкообразующих водных дисперсиях с добавлением различных вспомогательных веществ: загустителей, коалесцентов, диспергирующих агентов, консервантов и пеногасителей обеспечивающих необходимую стабильность, качество, декоративные или специальные технические свойства.

Пленкообразующая водная дисперсия представляет многофазную систему, которая состоит из сферических полимерных частиц диаметром менее 1 мкм. Полимерную дисперсию получают полимеризацией мономеров в жидкой фазе. Наиболее распространенными дисперсиями (пленкообразователями) являются водные дисперсии акриловых сополимеров (чистые акрилаты), акрилстирольных сополимеров (стиролакрилаты), а также гомо- и сополимеров винилацетата (с этиленом, этиленвинилхлоридом, эфирами акриловой или метакрилатной кислоты).

Загустители – специфические реологические добавки, которые применяются для достижения реологических свойств, оптимальных для их получения, хранения и нанесения. При использовании полиакриловых загустителей вязкость увеличивается, но эффективность выравнивания слоя краски затрудняется. При использовании полиуретановых загустителей получаются глянцевые покрытия и покрытия по древесине с необходимыми реологическими характеристиками.

Коалесценты позволяют снижать температуру пленкообразования водных дисперсий. Для этих целей используются растворители, которые в течении времени их применения пласти-

фицируют полимер. К ним относятся: тексанол, дованол, Уайт-спирит и т.д.

Диспергаторы оптимизируют процесс диспергирования пигментов и наполнителей в пленкообразователе за счет улучшения смачивания пигментов, разрушения агломератов. В качестве диспергирующих вспомогательных веществ обычно применяют полифосфаты или соли поликарбонатных кислот, как правило, полиакрилатовой кислоты или ее сополимеров.

Консерванты – это добавки, предохраняющие краску от микробного заражения при хранении. Консерванты в таре – это хлорметилизотиазолинон, 2-метил – и 1,2-бензизотиазолинон, для антимикробной защиты материала при хранении используют бромнитропропандиол, формальдегид и соединения на его основе.

Пеногасители – это жидкости с низким поверхностным натяжением, которые могут разрушать поверхностную пленку, позволяя воздуху выходить из массы ЛКМ. В настоящее время наиболее используемые пеногасители на основе минеральных и силиконовых масел.

Наполнители повышают твердость покрытия, снижают себестоимость (мел, доломит, тальк, песок). В качестве окрашивающих компонентов используют белые пигменты (диоксид титана, цинковые белила), цветные пигменты (охра, сурик, мумие, пигменты железоокисные и т.д.).

Водоразбавляемые краски и лаки обладают хорошей технологичностью (легко наносятся кистью, валиком или распылителем), имеют хорошую адгезию практически ко всем строительным материалам, образуют паропроницаемое покрытие (стены «дышат»). В большей степени В краски используются для сухих помещений. Но известны и материалы, предназначенные для окрашивания ванн, стен в бассейнах, фасадов.

К воднодисперсионным материалам предъявляются дополнительные требования по стойкости к мытью (испытание 0,5%-ным раствором соды с применением щетки), по водостойкости и т.д. Кроме того, водоразбавляемые краски должны обладать стойкостью к воздействию плесени, что обеспечивается введе-

нием в их состав фунгицидных добавок. Вододисперсионные краски теряют свои свойства при замерзании, хотя известны краски «зимней формулы», способные выдерживать ограниченное количество циклов замораживания и размораживания без ухудшения свойств (обычно до 5).

Мировая промышленность производит широкий ассортимент лакокрасочных материалов. Наиболее быстро развивается производство водоразбавляемых и порошковых красок. Это обусловлено тем, что сейчас как в мире, так и в России, лакокрасочная промышленность переживает этап смены ассортимента выпускаемой продукции под давлением конкуренции и ужесточения законодательства по охране здоровья персонала и потребителя и защите окружающей среды.

Например, уже сейчас в США нормируется предельное содержание органических растворителей в лакокрасочных материалах, - в ряде штатов запрещена продажа лакокрасочных материалов с содержанием летучих органических соединений свыше 250 г/л.

Согласно современным понятиям больше всего на здоровье и окружающую среду влияют органорастворимые лакокрасочные материалы, которые в процессе высыхания лакокрасочной пленки испаряются из краски. Разработанные по последнему слову лакокрасочной науки акриловые эмали и лаки обладают исключительно низкой эмиссией и относятся к группе экологически полноценных материалов. Они не содержат органических растворителей, являются безопасными для людей с аллергическими и асматическими заболеваниями, относятся к пожаробезопасным.

Краски и эмали на основе акриловых связующих применяются для древесины, металла, пластмассы, минеральных подложек. Они могут использоваться как для наружного, так и для внутреннего применения, представлять собой по консистенции вязкие и высоковязкие составы. Очень разнообразны по декоративным качествам: глянцевые, полуглянцевые, матовые; колеруемые в светлые и насыщенные темные тона. Могут наносить-

ся кистью, валиком, пневмораспылителем, аппаратами высокого давления и методом безвоздушного распыления.

Специалистами АНО «Институт нанотехнологий МФК» разработан и освоен промышленный способ получения наночастиц серебра в воде, органическом растворителе и водно-спиртовой смеси под торговой маркой «АдБион». Особенностью данного продукта является то, что наночастицы серебра имеют сферическую форму и их размер составляет 9 – 15 нм. Проведенные исследования показали, что такие частицы наиболее эффективны для уничтожения болезнетворных микроорганизмов. Препараты отличаются высокой стабильностью, срок их хранения составляет не менее 2 лет.

Введение наночастиц серебра в объем материала или нанесение их на поверхность изделий позволяет придать им антивирусные, антибактериальные, антигрибковые свойства. Сотрудниками института нанотехнологий с использованием наночастиц серебра разработаны биоцидные краски, в том числе порошковые, прозрачный биоцидный лак для клавиатуры компьютеров и мобильных телефонов.

После проведения всесторонних исследований институт нанотехнологий МФК получил Свидетельство о государственной регистрации на производимый им водный раствор наночастиц серебра «АдБион-2». Это один из первых в России случаев регистрации нанопродукции. Раствор предназначен для дезинфекции помещений, а также для придания защитных биоцидных свойств ЛКМ. Безопасность препаратов для человека, даже при их попадании внутрь организма, проверена в ходе исследований на животных и Институте питания РАМН.

В Токийском университете изобрели краску для стен, подавляющую Wi-Fi-волны.

В состав такой краски входят оксиды алюминия и железа, резонирующие на такой же частоте, как и радиосигналы, в том числе сигналы в сетях Wi-Fi. Таким образом, покрытие способно блокировать сигнал, поглощая его, что делает невозможной работу в отдельной комнате Wi-Fi или других сетей. Разработчики считают, что краска, вероятнее всего, будет пользоваться

успехом. Во-первых, она позволяет защищать от сетевых излучений определенные помещения, например детские комнаты (многие люди уверены, что Wi-Fi-излучение плохо влияет на здоровье детей). Во-вторых, лишь однажды потратив деньги на краску, покупатель сможет надежно обезопасить свою домашнюю точку доступа в Интернет от взлома со стороны соседей, любителей пользоваться Интернетом за чужой счет. И, в-третьих, такое покрытие стен будет достаточно экономичным средством спасения для театров, кинотеатров и других публичных культурно-развлекательных заведений, где, невзирая на требования администрации, посетители не отключают мобильные телефоны.

Фактурная краска – это воднодисперсионная краска, загущенная наполнителем, ее применение обеспечивает получение поверхности различной фактуры, как за счет наполнителя, так и за счет инструментов для нанесения (губки, валика, шпателя и т.д.).

Мозаичная (мультиколерная) краска – это декоративная многоцветная краска, которая при нанесении на поверхность создает необычный точечный многоцветный эффект. Мультиколерные покрытия представляют собой эмульсию «краску в краске» Капсулы краски одного цвета «плавают» внутри краски другого цвета. Благодаря особой структуре компонентов эти краски никогда между собой не смешиваются, причем могут быть и двухцветными или многоцветными. Наносятся они чаще всего при помощи краскопульта. Флоковые покрытия представляют собой чаще всего трехкомпонентный состав, включающий базу (акриловая краска, водно-дисперсионная, акрилатная клей-краска, флоки -тонкие чешуйки сухой краски различных цветов, размеров и конфигурации) и бесцветный финишный акрилатный лак. Способ нанесения на поверхность – последовательно слой за слоем. Покрытие с перламутровым эффектом является уникальным по своей способности изменять цвет в зависимости от угла зрения или освещения. Благодаря своей полупрозрачной структуре и наличию в составе разноцветных микросфер покрытие напоминает натуральный перламутр и придает помещениям не-

обыкновенно праздничный вид. Его также называют «покрытие – хамелион» Люминисцентное покрытие способно накапливать энергию от любого светового источника (естественного или искусственного). благодаря своему уникальному свойству отдавать полученную энергию в течение некоторого времени (т.е. светиться) даже в полной темноте, «волшебный свет» позволяет создавать удивительные световые эффекты, имеющие как эстетическое значение, так и практическое. Например, для предотвращения паники при нахождении в абсолютно темном помещении.

Особенности нанесения и технологии ЛКМ

Получают краски смешиванием пигментов и наполнителей с пленкообразователем, после чего полученную суспензию подвергают диспергированию («перетиру») для разрушения агрегатов пигментов до частиц требуемых размеров и равномерного распределения их в пленкообразователе.

Диспергирование твердых, абразивных и плохо смачивающихся пигментов производят в стальных шаровых мельницах с металлическими шарами или футерованных мельницах с керамическими шарами; низковязких суспензий – в шаровых мельницах с мешалкой (атриторах) и бисерных мельницах непрерывного действия (мелющее тело – стеклянный бисер диаметром 1-2 мм или кварцевый песок).

Для диспергирования вязких суспензий применяют валковые краскотерочные машины, имеющие гранитные или стальные валки с полированной поверхностью.

Полученную после диспергирования пигментную пасту смешивают с оставшимся количеством пленкообразователя и другими компонентами и фильтруют.

Лаки получают растворением пленкообразователей в растворителях или синтезом из мономеров в среде растворителя, затем вводят добавки.

Простейшим способом нанесения краски является кисть.

Кроме бесспорных достоинств, он имеет и много недостатков, прежде всего небольшая скорость окраски.

Использование валика вместо кисти позволяет в значительной степени повысить скорость окраски, в частности больших и плоских поверхностей, но с его помощью трудно и практически невозможно применять быстросохнущие лаки или материалы.

Пневматическое распыление позволяет наносить быстросохнущие материалы, то есть те краски, которые трудно нанести кистью с высокой скоростью. Однако в процессе применения пневматического распыления довольно быстро обнаружились и его негативные стороны. Для нанесения высоковязких красок большое развитие получила гидродинамическая технология окраски – безвоздушное распыление. Окраска таким методом – сложный процесс, требующий высокой квалификации оператора. Эта технология отличается от пневматического распыления, где краска наносится полосами, которые только в небольшой степени перекрывают друг друга. При безвоздушном распылении необходимо крестообразное ведение пистолета. Высокая производительность гидродинамической окраски эффективна при окрашивании больших поверхностей, но неудобна при работе с небольшими элементами или при необходимости частой смены окрашиваемых поверхностей.

Окраска изделий в электрическом поле высокого напряжения основана на использовании электрических сил для дробления, перемещения и осаждения заряженных частиц ЛКМ на окрашиваемой поверхности. Основные стадии процесса окраски: подача ЛКМ в краскораспыляющее устройство и дробление за счет энергии сжатого воздуха, действия центробежных сил и сил электрического поля, перемещение заряженных частиц к заземленному изделию, осаждения на его поверхности.

Нанесение ЛКМ в электрическом поле – один из наиболее экономичных методов окраски. Благодаря воздействию электрического поля на перемещение частиц распыленного материала они наиболее полно осаждаются на окрашиваемой поверхности.

Существуют методы нанесения краски окунанием и струйным обливом. Метод окунания в ваннах применяется в основном при окраске деталей сложной конфигурации. При окраске методом струйного облива ЛКМ наносятся на поверхность изделий низконапорным истечением из многих сопел в виде потоков, окаймляющих окрашиваемый элемент.

4. Материалы для отделки интерьера зданий

Все отделочные материалы для интерьера помещений с некоторой долей условности можно разделить, в зависимости от технологии их применения, на две группы:

материалы «мокрой» отделки интерьеров, предназначенные для малярно-штукатурных работ;

облицовочные материалы и изделия, полностью готовые к использованию и устанавливаемые с помощью клеевых или крепежных соединений.

К первой группе относятся все виды лакокрасочных материалов, декоративные штукатурки, шпатлевки и набрызги.

Ко второй – обои, керамическая плитка, плиты и изделия из натурального камня, декоративные панели, пленка и другие облицовочные материалы.

Подобная классификация довольно приближительна, и например, обои под покраску могут быть отнесены и к первой группе

Декоративные растворные смеси

Растворные смеси по назначению подразделяются:

декоративные штукатурки:

шпатлевки;

набрызги.

Для выравнивания стен и потолков внутри помещений традиционно применялись (и применяются в настоящее время) цементные и цементно-известковые штукатурные составы. Эти материалы обладают целым рядом недостатков, к числу которых можно отнести склонность к трещинообразованию, недос-

таточную пластичность, сравнительно высокую плотность и низкую технологичность. Штукатурные смеси на гипсовой основе, не так давно появившиеся на российском рынке строительных материалов, решают эти проблемы.

Сухие *штукатурные смеси на основе гипса* с легким заполнителем «*Rotband*» и «*Goldband*» предназначены для ручного оштукатуривания стен и потолков (только «*Rotband*»), внутри помещений, включая кухни и ванные комнаты. Этот состав обладает великолепной адгезией к кирпичным, бетонным и керамзитобетонным поверхностям, не дает усадки и не образует трещин. поверхности.

Декоративные штукатурки предназначены для отделки некоторых помещений общественных зданий (вестибюли, лестничные клетки, холлы), либо для декорирования отдельных элементов в интерьере. Они могут быть гладкими, цветными, иметь характерную фактуру, имитировать декоративные природные облицовочные камни.

Однотонная фактурная или структурная поверхность может быть получена двумя способами: за счет свойств самого материала или за счет технологии его нанесения.

В первом случае используется материал в виде белой или колерованной массы с кварцевым наполнителем (размер гранул от 1 до 4 мм). Встречаются составы с гранулами до 6 мм, но такие покрытия используют в основном на фасадах. Масса наносится на стену пневматическим распылителем (для малых размеров гранул) или вручную, при помощи специальной терки, изготовленной из нержавеющей стали. Фактура готовой поверхности зависит от величины зерна наполнителя. Материалы второго типа представляют собой однородную пластичную массу, которая наносится на стену ровным слоем (вручную или при помощи распылителя) и т.п.

К числу достоинств фактурных штукатурок в первую очередь относится существенное снижение требований к качеству подготовки основания. Эти материалы обладают высокой механической прочностью, хорошо скрывают неровности стен и небольшие трещины, поэтому их можно наносить прямо нашту-

катурный слой, исключив дорогостоящую операцию шпатлевания.

К группе декоративных шпатлевок можно отнести покрытия, позволяющие имитировать дорогие натуральные камни, создавать неповторимые многоцветные композиции или покрытия «под старину». В России эти материалы известны в основном под названием «венецианские штукатурки» или «аналоги венецианских штукатурок». Сам термин «венецианская штукатурка» является переводом итальянского выражения «*stucco veneziano*» обозначающее декоративное покрытие, искусно имитирующее ценные материалы: драгоценные металлы, красное дерево, кожу, ткань и различные сорта мрамора. Сами итальянцы иногда называют эти материалы «*stucco antico*» (античная штукатурка) или «*decorazione spatula*» (декоративная штукатурка).

Классическая техника нанесения:

- первый слой тонкий, сплошной (шпатель 240 мм), наносится равномерно на всю стену и задает тон будущему рисунку,
- через 2 часа слой зачищается мелкой наждачной бумагой. Все последующие слои – отделочные наносятся с интервалов в 2 часа, шпателями меньшей величины (рисуются) отдельными, короткими несимметричными мазками с промежутками.
- второй, третий и т.д. слои наносятся на пересечении с предыдущими, и так до тех пор пока пятнистость не станет еле уловимой, как игра света и тени.
- после высыхания последнего слоя шлифуется шпателем, затем наносится воск. Именно восковой слой дает ощущение оптической иллюзии, меняя угол светового луча.

Декоративные шпатлевки производят на основе синтетического связующего, высококачественных пигментов и специальных добавок. Венецианские штукатурки состоят из тонкодисперсных частиц (пудры) мрамора, извести, гипса, цветных грунтов, растительных добавок и полимерных связующих на водной основе («*Stucco Veneziano Rococo*» (Франс-Декор), «*Coccio Cemento*» (OIKOS). «Классические» составы базируются на минеральном связующем (известковое молоко) и не содержат дисперсий полимеров и органических связующих («*Art Classik*»

(Alligator. Многоцветные декоративные стеновые текстуры позволяют получать не только фактурное, но и многоцветное покрытие. Технология применения стеновых текстур предусматривает нанесение валиком на подготовленное основание тонкого слоя материала (белого или колерованного). После высыхания первого слоя при помощи распылителя наносится второй (а при необходимости и третий) слой материала другого цвета, не укрывающий полностью первый слой. Эта технология позволяет создать многоцветное текстурированное покрытие, Фактура которого зависит от размера капель, формируемых распылителем, расхода материала и количества нанесенных слоев. .

Хлопковые или текстильные покрытия известны в нашей стране под названием «жидкие обои». Они также могут быть отнесены к группе малярно-штукатурных отделочных материалов. Покрытие этого типа содержат натуральное хлопковое или синтетическое волокно, распушенную целлюлозу и т.п., разнообразные декоративные добавки (иногда весьма экзотические – сухие водоросли, крошка древесной коры, слюда и т.д.), а также связующие и высококачественные красители.

К рулонным материалам для внутренней отделки можно отнести различные виды обоев и пленки.

Рулонные материалы для стен по структуре могут быть однослойные и многослойные; без подосновы или на бумажной, пленочной, тканевой, картонной основе; по сворачиваемости – гибкие или жесткие; по цвету – одноцветные или многоцветные; по фактуре лицевой поверхности – гладкие, рифленые, тисненые, ворсовые, окрашенные или с напрессованным лицевым слоем. Связующим в рулонных отделочных материалах служат поливинилхлорид, глифталевый полимер, поливинилацетат, полиметилметакрилат, арматурой – синтетические и стеклянные волокна, цветоносителем – пигменты и органические красители.

Изделия для отделки стен

К штучным изделиям для отделки интерьеров относятся:

облицовочные плитки (малоразмерные и крупноформатные из керамики, керамогранита, стекла, полимерные);

плиты для отделки потолков (пенополистирольные, гипсовые, из отходов целлюлозы, металлокассеты).

1. Керамические плитки

Облицовочные керамические плитки могут быть плоскими, рустованными, рельефными и фасонными.

Плитки облицовочные для внутренней облицовки классифицируют по ряду признаков (табл.3).

В зависимости от размеров и формы изготавливают 50 типов плиток (табл. 4). По согласованию с потребителем допускается изготовление плиток других размеров и форм.

Табл. 8.3 Типы плиток

№ п/п	Классификационный признак	Вид
1	Характер поверхности	Плоские, рельефно-орнаментированные, фактурные
2	Глазурованное покрытие	Прозрачное или глухое, блестящее или матовое, одноцветное или декорированное многоцветными рисунками (методом серионрафии, набрызгивания и др.)
3	Форма	Квадратная, прямоугольная, фигурная
4	Характер кромок	Прямая, закругленная с одной стороны или с нескольких смежных сторон (с завалом)

Табл. 8.4 Форма плиток

Параметры, мм	Форма плиток					
	квадратная			прямоугольная		
Длина	200	150	100	200	200	150
Ширина	200	150	100	150	100	100
Толщина	7 - 8	5 - 6	5 - 6	7 - 8	7 - 8	5 - 6

По своим физико-механическим показателям плитки должны соответствовать определенным нормам (табл.5).

Табл. 8.5 Физико-механические свойства плиток

Параметр	Норма
Водопоглощение, мас.%, не более:	16
- для масс, содержащих карбонаты и полиминеральные глины	24
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	15
Термическая стойкость глазури, °С:	
-плиток, покрытых белой глазурью	150
- плиток, покрытых цветной глазурью	125
Твердость глазури по Моосу, не менее	5
Химическая стойкость	При воздействии раствора не должно быть потери блеска глазури и изменения цветового тона

2. Плитки на основе полимеров

Плитки и листы изготавливают из полистирола, поливинилхлорида, аминоальдегидных полимеров. Полистирольные облицовочные плитки представляют тонкие литые пластинки квадратной или прямоугольной формы с гладкой наружной и рифленой тыльной поверхностью. Основным сырьем для них служит блочный или гранулированный эмульсионный полистирол, к которому добавляют тонкомолотый наполнитель (тальк, каолин), пигменты, а иногда – модифицирующие добавки (инден-кумароновый полимер и хлоркаучук), позволяющие улучшить свойства и снизить стоимость изделий

Полистирольные плитки изготавливают методом литья под давлением на автоматических литьевых машинах. Полистирольные плитки выпускают двух типов: квадратные размером 100х100 и 150х150 мм и прямоугольные размером 100х20, 100х50, 150х20, 150х75, 200х100, 300х100 мм. Толщина плиток 1,25 – 1,5 мм, масса 1 м² – 1,5 – 1,7 кг. Полистирольные плитки водо- и химически стойки, гигиеничны, достаточно прочны. Плиткам придают красивые расцветки, что создает широкие возможности художественной отделки помещений. Плитки применяются для облицовки стен душевых кабин, санузлов, кухонь, торговых, лечебных и детских учреждений.

Применяемые для отделки стен поливинилхлоридные плитки изготавливают вальцово-каландровым методом из сырьевых смесей, включающих суспензионный поливинилхлорид, пластификаторы, пигменты, стабилизаторы. Плитки выпускаются однослойные и многоцветные. Их размеры 300х300 мм и 150х150 мм, толщина 1,2 мм. Плитками облицовывают стены, перегородки и колонны жилых, общественных и производственных зданий с нормальным температурно-влажностным режимом эксплуатации. Для крепления плиток используют кумаронокаучуковые, латексные, перхлорвиниловые клеи и мастики.

Современная поливинилхлоридная плитка состоит из следующих слоев (снизу вверх):

- стабилизирующий слой,
- базовый слой,
- основной слой,
- слой с нанесенным рисунком,
- прозрачный слой,
- износостойкий слой.

Данное покрытие применяется для офисов среднего и высшего уровня, для бытовых помещений и для любых помещений с высокой проходимостью, где требуется индивидуальный подход к дизайну.

ПВХ плитка повторяет натуральные материалы, их структуру и цветовую гамму. Она имитирует гранит, мрамор, полированный кафель, металл, различные породы древесины.

Плитка выпускается размером 457,2 х 457,2 мм, 101,6 х 914,4 мм, 152,4 х 914,4 мм и 186 х 940 мм.

3. Пробковые изделия для отделки стен

Натуральная пробка – это кора пробкового дуба, произрастающая в Средиземноморском бассейне, в основном в Португалии, Испании, Алжире и Марокко. Пробковые материалы представляют собой сотовую структуру из ячеек, заполненных воздухом.

Изделия из пробковых материалов являясь натуральным материалом, имеют естественные оттенки свойственные приро-

де, и цветные вкрапления (синий, зеленый, красный, черный и т.д.). Уникальность структуры и естественный теплый цвет позволяют сочетать ее с деталями самых необычных интерьеров, являясь при этом поистине универсальным отделочным материалом (3). Натуральная пробка обладает ярко выраженным декоративным эффектом, а современные технологии позволяют получать пробковые покрытия окрашенные в разные цветовые тона..

Настенные пробковые покрытия изготавливают размером 600х300 или 610х305 мм, толщиной 3 мм из гранулированной пробки. Они бывают одно- и двухслойные, у которых основной слой иногда окрашивают, а на него не сплошным ковром напрессовывают шпон из натуральной пробки. В итоге получают цветные вкрапления на фоне текстуры пробки. Пропитка воском позволяет применять покрытие и на кухне, а также делать влажную уборку.

Плитки изготавливают двух видов: шлифованные и пропитанные натуральным воском. Разнообразие пробкового шпона, а также использование красителей, позволило получить большую палитру настенных покрытий – более 20 видов, но все они благодаря теплым тонам и прекрасной фактуре, удивительно легко сочетаются с другими материалами, например, с обоями, деревом, керамической плиткой и мозаикой, придавая неповторимый уют любому интерьеру в самых разнообразных дизайнерских решениях.

4. Комбинированные плиты из природного камня

Это материал, состоящий из трех слоев: натуральный камень, толщиной 3 мм; специальный молекулярный клей; керамическая основа.

Технология производства заключается в следующем: натуральный камень распиливают на плоские листы толщиной 3 мм и специальным клеем прикрепляют к керамической основе.

При применении натурального камня довольно сложно выдержать один оттенок. Природные гранит и мрамор могут различаться в тонах одной партии от другой из-за достаточно ши-

рокого слоя плиты (20мм). Благодаря применению новой технологии, наиболее высокая однородность цвета гарантирована за счет тонкого распиливания камня слоем 3 мм. В связи с этим значительно уменьшается вес панели. Комбинированные плиты (3 D панель) имеет размеры 600 x 600 x 10 мм.

5. Облицовка плитами из природного камня

Плиты с различной фактурой для облицовки изготавливают из горных пород - гранита, лабрадорита, мрамора, известняка, песчаника, туфа.

Облицовочные детали, поврежденные при перевозке или в процессе монтажа, исправляют на месте работ.

Облицовочные детали могут нуждаться в обрезке по новому размеру, сверлении крепежных отверстий и восстановлении испорченной фактуры. Требования к качеству облицовки приведены в табл.8.6.

Табл. 8.6 Допускаемые отклонения при облицовке поверхностей плитами из природного камня

Допускаемые отклонения	Фактура лицевой поверхности		
	полированная, лощеная	шлифованная, точечная, борозчатая	скала
Отклонение поверхности облицовки от вертикали	2 мм на 1 м, но не более 5 мм на всю высоту этажа	3 мм на 1 м, но не более 10 мм на всю высоту этажа	-
Отклонение швов от вертикали и горизонтали	1,5 мм на 1 м, но не более 3 мм на всю длину ряда	3 мм на 1 м, но не более 5 мм на всю длину ряда	3 мм на 1 м, но не более 10 мм на всю длину ряда
Несовпадение профиля на стыках архитектурных деталей и швов	0,5 мм	1 мм	2 мм

6. Облицовка плитами из искусственного камня

Искусственная каменная плитка представляет собой высококачественную декоративную бетонную плитку. Фактура бе-

тонных облицовочных плит в зависимости от способа их формования и обработки может быть гладкой (шлифованной), рельефной и имитирующей природный камень. Архитектурные детали сложной формы (капители, плафоны, барельефы и т.п.) изготавливают с гладкой фактурой, либо снабжают пазами (например, типа «ласточкин хвост») или закладными анкерами из арматурной стали.

В состав бетона входят:

специально подготовленный («прожаренный» и фракционированный) песок;

отсевы дробления твердых горных пород, смесь высокомарочных цемента;

качественные свето- и щелочестойкие железноокисные пигменты;

комплекс добавок, улучшающих эксплуатационные характеристики готовой продукции (прочность, морозостойкость и др.).

Тенденции развития современного архитектурного дизайна таковы, что отделка камнем – искусственным или природным применяется практически в каждом втором проекте.

При этом отделка плиткой, имитирующей камень, постепенно вытесняет применение естественного камня. Так как масса плитки меньше массы камня, то уменьшается нагрузка на фундамент и опорные конструкции, ниже транспортные расходы и трудозатраты.

Плитки имеют 25-летнюю гарантию. Однако практический опыт показал, что в действительности этот срок больше и бетонные изделия 50-60 летней давности почти не изменили своего оттенка,

Плитка достаточно проста в применении. При монтаже ее на стену можно использовать цементно-песчаный раствор с использованием цемента высокой марки или клей для плитки.

На сегодняшний день наибольшую популярность завоевали сланцевые и бутовые разновидности плиток.

7. Изделия из стекла для внутренней отделки

Стеклянные пустотелые строительные блоки представляют собой изделия с геометрически закрытой полостью, образованной в результате сварки двух отпрессованных коробок с гладкими или рельефными поверхностями. Их выпускают квадратными, прямоугольными, угловыми; по конструктивному выполнению их разделяют на однокамерные склеенные и сваренные и двухкамерные сварные.

Двухкамерный блок отличается от однокамерного тем, что при сварке полублоков между ними помещают ткань из стеклянного волокна или тонкую стеклянную пленку. Наличие в стеклоблоке двух полостей улучшает его теплоизоляционные свойства примерно на 30 %.

По свето- и теплотехническим свойствам блоки бывают рассеивающие и не рассеивающие света, светонаправляющие, светоотражающие, теплоотражающие и теплопоглощающие. Блоки изготовляют бесцветные и цветные, по термической обработке отожженные и закаленные. Стеклоблоки выпускают различных размеров (табл.8).

Механические свойства. Предел прочности при сжатии в торец не менее 1,5 МПа, сопротивление ударному воздействию с лицевой стороны 3 кгс/см. Прочность блоков зависит от толщины стенок. При уменьшении толщины стенок блоков с 9 до 6 мм сопротивление на сжатие уменьшается в 4 раза.

Светотехнические свойства (светопропускание, рассеяние и направление света) зависят от формы рифлений, которые наносят на поверхности стенок блоков.

Табл. 8.7 Размеры стеклоблоков

Блок		Размеры, мм	Вес, кг
вид	марка		
Квадратные	БК 94/96	194х194х98	2,8
	БК 244/98	244х244х98	4,3
	БК 294/98	294х294х98	5,8
	БК 194/60	194х194х60	2,1
Прямоугольные	БП 194/94/98	194х94х98	1,6
Угловые	БУ 194/98	194/209/98	2,2
	БУ 194/60	194/209/60	1,8

Коврово-мозаичные стеклянные плитки изготавливают размером от 15х15 до 25х25 мм при толщине 3,75-5 мм. Небольшой размер плиток обеспечивает их надежное крепление на растворе, главным образом за счет торцовых граней, имеющих трапецевидное сечение, а также гарантирует стекло от растрескивания, которое наблюдается на больших плитках при их креплении на цементном растворе.

Коврово-мозаичные плитки изготовляют способом прессования и проката. Каждый из способов имеет свои варианты. Плитки можно прессовать в многоячеековых формах. В каждую ячейку от быстродействующего фидера подается капля массой на одну ячейку.

Прокатные облицовочные плитки. Процесс прокатки облицовочных плиток не отличается от процесса прокатки коврово-мозаичных плиток. Отличие состоит в том, что на режущих валах контуры ножевых выступов соответствуют размерам плиток. Плитки имеют размеры 150х150 и 120х60 мм. В последнее время мозаичные стеклянные плитки широко используют для отделки ванных комнат, саун, бассейнов. Они отличаются необычной декоративностью. Плитки приклеиваются на полимерную сетку, которая при укладке вдавливается в мастику.

Эмалированные плиты и плитки представляют собой в основной толщине бесцветное стекло (нарезанное по размерам обычно из отходов оконного и прокатного стекла), покрытое тонким слоем эмалевого шликера и обожженное при температуре плавления эмали.

Стемалитом называют листовое стекло, покрытое с одной стороны цветными легкоплавкими силикатными красками. Его изготавливают двух видов: закаленный и отожженный.

Закаленный стемалит в основном применяют для наружной облицовки зданий различного назначения, в том числе и многоэтажных. При разрушении закаленный стемалит распадается на мелкие части, неопасные при падении.

Отожженным стемалитом облицовывают как внутренние, так и наружные поверхности первых этажей зданий. Кроме того, стемалит используют для облицовки многослойных пане-

лей, применяемых для строительства каркасных зданий. Максимальный размер панели стемалита 3,2х1,2 м. Толщина в зависимости от размера колеблется в пределах 6 – 9 мм. Окраска стемалита зависит от цвета легкоплавких силикатных красок. Стемалит должен выдерживать без разрушения удар свободно падающего стального шара весом 800 г с высоты 800 мм.

Стемалит изготавливают в основном из тянутого стекла. поэтому одна его поверхность гладкая, огненно-полированная, блестящая, другая, покрытая краской, матовая, слабошероховатая.. По отдельным заказам стемалит можно изготавливать из прокатного, так называемого сырого стекла, а также из узорчатого стекла.

5. Отделочные материалы для потолков

В отделке потолка применяют самые различные материалы, выбор которых зависит не только от дизайнерского решения помещения, но и требований шумопоглощения, долговечности и экологической безопасности т.п. Это могут быть дерево и металл, природный камень и зеркала, минераловатные и полимерные плиты, краска, ткань, обои и многое другое. Потолки также могут быть крашенные клееные, натяжные, подшивные, подвесные и комбинированные.

1. Традиционные виды отделки потолков

Традиционными долгое время являлись три вида отделки потолков: побелка, окраска и оклейка обоями. Подготовка поверхности потолка перед выполнением отделки заключалась в выравнивании и грунтовании.

Побелка потолка – самый древний способ отделки известковым или меловым составом. В настоящее время она безоговорочно уступила место окраске красками на водной основе

По сравнению с побелкой и окраской *оклейка потолка обоями* – имеет довольно значительное преимущество. Свой внешний вид потолочные обои сохраняют в зависимости от качества и условий эксплуатации в течение трех-пяти, а то и более

лет. Кроме того, оклейка потолка обоями позволяет скрыть незначительные швы и трещины, которые при оштукатуривании и окраске часто остаются видны. Потолочные обои, как правило, плотнее настенных обоев. Они состоят из двух слоев плотной бумаги, которые склеены между собой, а поверху нанесено тиснение или вспененный винил. За счет своей толщины и рельефности обои скрывают неровности потолка и не требуют идеально подготовленной поверхности.

Сегодня все чаще используют различные варианты современной отделки потолков: *подвесные, клеевые, натяжные потолки*, отличающиеся быстротой и легкостью монтажа и отвечающие современным требованиям архитектурно-художественного дизайна интерьера помещений.

2. Подвесные потолки

Подвесные потолки обладают рядом преимуществ перед другими видами потолков. Разнообразие потолков с различными характеристиками потолочных модулей (цвет и фактура поверхности, светоотражение, влагостойкость, звукоизоляция и теплоизоляция) позволяет потребителю выбрать наиболее подходящий вариант. Поскольку каркас подвесного потолка крепится к нижней плоскости базового потолка на специальных подвесах, то такая организация межпотолочного пространства помогает решить многие важные технические задачи (спрятать проводку, организовать дополнительную теплоизоляцию и звукоизоляцию системам).

Основным же конструктивным недостатком подвесных потолков можно считать то, что они «съедает» высоту помещений на 5 – 20 см.

Подвесные потолки бывают нескольких типов:

каркасный потолок с заполнением различными панелями типа «Армстронг»;

реечный потолок;

растровый потолок (кассетный);

зеркальный потолок, представляющий собой кассеты или панели с зеркальным покрытием;

потолок из листовых изделий на основе гипса (гипсокартонные листы, гипсоволокнистые листы).

Каркасный потолок – это система, состоящая из легкого несущего каркаса и облицовочных элементов. Каркас, чаще всего имеющий форму решетки, прикрепляется к потолку с помощью специальных подвесов. Затем к нему крепятся облицовочные элементы. Наиболее распространенным типом подвесного потолка является каркасный потолок с заполнениями акриграновыми панелями (на основе минерального волокна) типа «Армстронг».

Реечный потолок монтируется, как правило, в помещениях с небольшой площадью и достаточно агрессивной средой, то есть, идеален для монтажа в сантехнических узлах и кухнях. Сами рейки изготавливаются из специальных сплавов с защитным покрытием и выдерживают даже пар. Основным элементом такого потолка представляет собой тонкую стальную или алюминиевую пластину толщиной 0,5 мм, покрытую несколькими слоями лака горячей сушки. Как правило, они имеют ширину 100 или 150 мм и длину 4000 мм.

Наибольшее распространение за прошедшие годы получили *растровые (кассетные) потолки* – каркасные конструкции с заполнением специальными панелями. Такой тип потолков часто называют растровым или кассетным, подчеркивая тем самым, что потолок собирается из достаточно мелких элементов одной и той же формы, которые укладываются в специальные монтажные рамки. Элементы растровых потолков представляют собой металлические кассеты, плиты из прессованной стекло- или минеральной ваты с рядом наполнителей.

Металлические кассеты для подвесного потолка – это экологически безопасные материалы с уникальными свойствами из оцинкованной стали. Данный материал не допускает коррозии, не горит, не меняет своего цвета в течение долгих лет.

Лист толщиной 0,5 – 0,7 мм имеет высококачественное полимерное покрытие и состоит из следующих слоев: полимерное покрытие, грунтовка, антикоррозионное покрытие, цинковое покрытие, стальной лист 0,5 – 0,7 мм, защитный лак.

Акустические потолочные плиты из стекловолокна -это полностью герметичные высокоэффективные акустические плиты, изготовленные из стекловолокна высокой плотности толщиной 15 – 40 мм, со связкой из смолы и с микропористой окрашенной поверхностью. Выпускается в виде плит, размерами 600*600 мм или в виде панелей, размерами 1200*600, 1200*1200, 1600*600, 1800*600, 2400*600 мм. уборку.

Подвесной потолок из гипсокартонных листов на металлическом каркасе используют, если необходимо обеспечить достаточную тепло- или шумоизоляцию. В отличие от всех остальных вариантов подвесных конструкций потолок из гипсокартона после монтажа требует финишной отделки.

Перфорированные звукопоглощающие плиты на основе гипса - плиты гипсокартонные перфорированные звукопоглощающие. Они изготавливаются из гипсокартонных листов с перфорацией и слоя из нетканого полотна, лицевая сторона окрашена водно-дисперсионными красками. Данные плиты применяются в зданиях и помещениях с сухим и нормальным влажностными режимами.

3. Натяжные потолки

Натяжной потолок представляет собой тонкую пленку, натягиваемую на специально смонтированный каркас – багет. Полученная в конечном счете потолочная поверхность натяжного потолка внешне имеет вид идеально ровного, однородного и красивого пластикового потолка. Минимальное расстояние на котором можно закрепить устанавливаемый натяжной потолок от базового потолка помещения – 2,5 – 3 см. Если же есть необходимость установить встроенные потолочные светильники, то сам потолок опустится до 8 – 10 см ниже базового.

Основа натяжного потолка – *пленка ПВХ* разных фактур (матовую, полуматовую -сатин, глянцевую - лак, металлик, замша, мрамор, кожа и т.д.), не содержащую кадмия, толщиной 0,17 – 0,22 мм, обладающую определенными физическими свойствами.

Основа бесшовных натяжных потолков – *ткань полиэстер*, которая пропитывается специальным составом на основе полиуретана.

4. Клеевые потолки

Сделаны клеевые потолки из квадратных или прямоугольных панелей на основе экструдированного полистирола и имеют самые разнообразные расцветки и фактуры. лепнину или резьбу по дереву. Стандартный размер таких плиток: 500х500 и 1000х165 мм.

Для приклеивания можно использовать как специальные клеи, так и поливинилацетатный (ПВА) клей и жидкие гвозди. В целом материал очень удобен в работе, так как он практически невесом, легко режется обойным ножом, а наклейка его не требует каких-либо специальных приспособлений и навыков и легко может быть выполнена самостоятельно. В большинстве рекомендаций по наклейке потолочных стиропоровых плит рекомендуют поверхность потолка предварительно очистить и загрунтовать. Для грунтовки можно использовать разведенный водой поливинилацетатный клей.

6. Отделочные материалы и изделия для пола

Пол представляет собой конструкцию, которая устраивается по перекрытию или основанию и состоит:

специальных (звуко-, тепло– и гидроизоляционных) слоев, стяжки, ицевого напольного покрытия.

Комплекс требований к полу зависит от назначения помещений (гражданские, промышленные здания, помещения с «мокрым» режимом и др.)

Полы гражданских и административных зданий должны быть прочными, износостойкими, упругими, гладкими, обладать малым теплоусвоением, легко очищаться от загрязнений, иметь эстетический вид.

Промышленные здания добавляют к этим свойствам повышенные требования по сопротивляемости механическим воздействиям, а в некоторых случаях – по химической стойкости, огнестойкости и др.

В помещении с высокой влажностью полы должны быть водонепроницаемыми, водостойкими.

Наиболее серьезные проблемы при устройстве пола связаны с выбором материалов, устройством стяжки и напольного покрытия.

Стяжка укладывается поверх перекрытия (основания) или вспомогательных слоев для придания жесткости и выравнивания поверхности под лицевой слой. Используют стяжки *плотные и сборные*.

1. Классификация лицевых покрытий

Лицевое покрытие может быть выполнено практически из всех строительных материалов (древесины, полимеров, керамики, природного камня, бетона и др.).

Материалы для покрытия классифицируются по степени членения покрытия:

монолитные бесшовные (цементно-бетонные, полимерные, ксилолитовые, магнезиальные и др.);

листовые и рулонные (линолеум, синтетические ворсовые покрытия, сверхтвердые ДВП и др.);

штучные (паркет, доски, ламинат, керамическая плитка, бетонные и каменные плиты и др.).

2. Монолитные бесшовные покрытия

Классификация монолитных бесшовных покрытий представлена на рис. 8.2.

Монолитные бесшовные покрытия применяют в промышленных, сельскохозяйственных и общественных зданиях. Предпочтение к монолитным полам объясняется характером эксплуатационных нагрузок (ударные нагрузки, интенсивное движение людей и транспорта и др.).

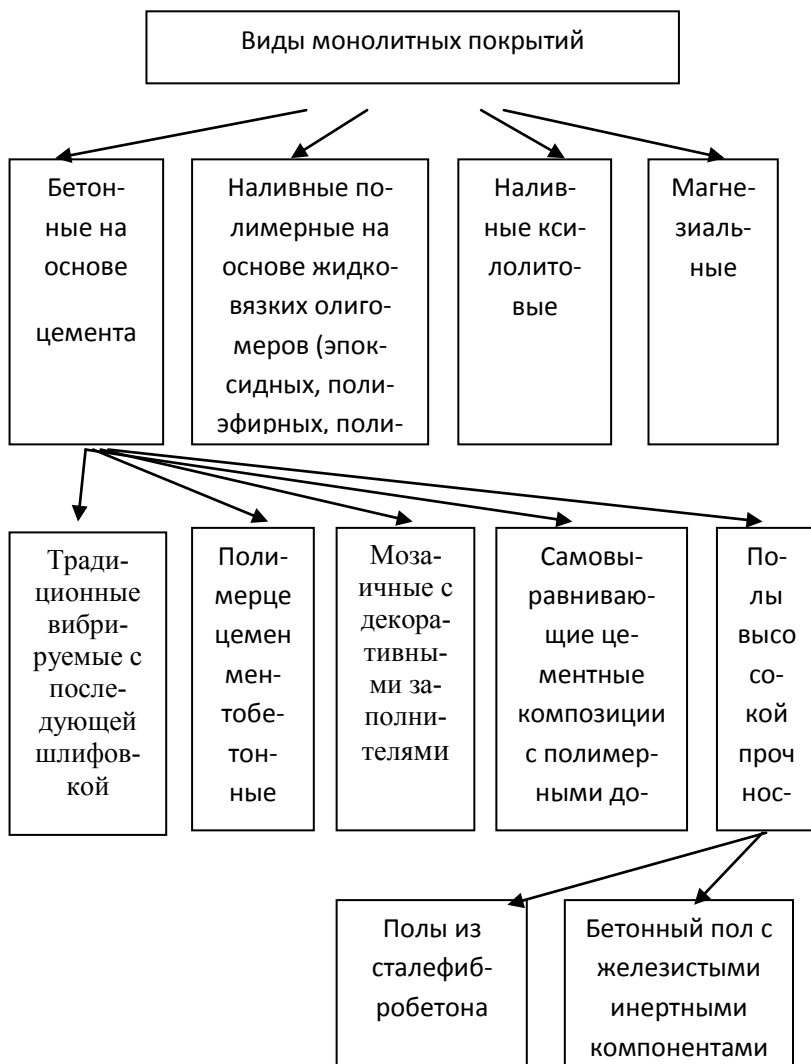


Рис.8.2. Классификация монолитных бесшовных покрытий

Бетонные монолитные покрытия

В производственных помещениях чаще других применяются монолитные покрытия из композиций на цементных вяжущих.

Основой большинства промышленных полов является бетонный пол.

Выполнение традиционных монолитных бетонных полов весьма трудоемко. Бетонную смесь укладывают в покрытие участками шириной 2-2,5 м. Уплотнение бетонной смеси производится вибраторами. При этом может происходить расслоение бетонной смеси и увеличение водовяжущего отношения в верхнем рабочем слое бетона, что приводит к снижению его прочности и износостойкости. Поэтому возникает необходимость шлифовки полов перед вводом их в эксплуатацию для удаления верхнего ослабленного слоя (5-7 мм).

Полимерцементобетонные покрытия

Полимерцементобетонные покрытия полов представляют собой затвердевший слой из смеси комплексного вяжущего вещества (портландцемент и пластифицированная поливинилацетатная дисперсия), песка, щебня или гравия, пигмента и воды. Такие полы устраивают в производственных помещениях с повышенными требованиями к чистоте, беспыльности и эластичности пола, а также в помещениях с интенсивным движением людей, транспорта на резиновых шинах и в местах, где пол нагревается до 50°C.

Подвижность полимерцементобетонной смеси должна соответствовать погружению стандартного конуса на 30-40 мм.

Готовую смесь необходимо использовать в течение 2-3 ч. Разбавлять загустевшую полимерцементобетонную смесь водой или поливинилацетатной дисперсией нельзя.

Ходить по полимерцементобетонному покрытию можно через 1—2 суток после укладки.

Мозаичные покрытия с декоративными заполнителями

Мозаичные покрытия отличаются от обычных бетонных большей архитектурной выразительностью, что достигается за

счет использования декоративных заполнителей из полирующих пород (мраморной крошки) и шлифовки поверхности.

Самовыравнивающиеся цементные композиции

Самовыравнивающиеся цементные композиции в последние годы стали применяться не только для стяжек, но и для бесшовных лицевых бетонных покрытий полов. Наливные бетонные полы – сравнительно новый вид полов, в которых гладкое лицевое покрытие образуется за счет простого механического распределения подвижной (текучей) бетонной смеси.

Вязущим в них служит быстротвердеющие безусадочные цементы, позволяющие получать бесшовные бетонные покрытия большой площади в короткие сроки. Прочность покрытий 30-50 МПа достигается через 1-3 суток. Толщина покрытия – 2-25 (как исключение до 50) мм.

Пол высокой прочности

Полы из сталефибробетона являются разновидностью железобетона и изготавливается из мелкозернистого бетона, в котором в качестве арматуры используются стальные фибры, равномерно распределенные по объему бетона.

Совместность работы бетона и стальных фибр обеспечивается за счет сцепления по их поверхности и наличия анкеров на концах фибр.

Стальная фибра производится следующим образом:

резкой стальной проволоки,
рубкой из тонкого стального листа,
фрезерованием стального сляба.

Фибра может иметь различное поперечное сечение – круглое, прямоугольное, трапецевидное размерами от 0,2 до 1,6 мм и длину от 5 до 160 мм. На продольных гранях фибр может быть нанесен периодический профиль для увеличения прочности сцепления с бетоном.

Для увеличения прочности и стойкости к истиранию бетонные покрытия дополнительно обрабатывают упрочнителями.

Наливные полимерные полы

Наливные полимерные полы – перспективный вид бесшовных лицевого покрытий полов большой площади в помещениях с повышенными требованиями к гигиеническим, эксплуатационным и эстетическим свойствам покрытия. Получают наливные полы на основе жидко-вязких олигомеров: эпоксидных, полиэфирных, полиуретановых, жидких каучуков и других эластомеров. Для обеспечения декоративного эффекта и улучшения физико-механических свойств покрытия, в них вводят порошкообразные и чешуйчатые наполнители и пигменты.

Наливные полы могут быть жесткими (толщиной 0,5-4 мм) и эластичными, резиноподобными (толщиной 3-5 мм). Такие полы выполняются по сплошному плотному и прочному (обычно бетонному) основанию или стяжке.

Наливные ксилолитовые покрытия полов

Ксилолитовые покрытия в зависимости от состава ксилолитовой смеси бывают эластичные и жесткие, и по конструктивному признаку делятся на однослойные и двухслойные.

Эластичные покрытия (магнезит : опилки) рекомендуется устраивать в помещениях с длительным пребыванием людей в малоподвижном состоянии (административные, учебные, зрелищные помещения), а жесткое покрытие (магнезит : опилки : каменные высевки) - в помещениях с интенсивным движением людей и безрельсового транспорта (коридоры любых зданий, проходы и прочие зоны цехов).

Двухслойные покрытия применяют в помещениях, где необходим теплый пол.

Подвижность ксилолитовой смеси должна составлять 2,5-3 см. Объем замеса ксилолитовой смеси определяют возможностью укладки ее до начала схватывания, т.е. не более чем в течение 40 мин после затворения сухой смеси раствором хлористого магния.

Ксилолитовое покрытие укладывают после окончания в помещении всех ремонтно-отделочных работ.

Поверхность лицевого слоя ксилолитового покрытия заглаживают гладилками. Появляющиеся на поверхности покрытия бугорки прокалывают, чтобы выпустить воздух, и вновь заглаживают.

Магнезиальные полы

Магnezито-бетонные полы — это высокопрочные, особо стойкие к истиранию полы. Существует две разновидности магnezито-бетонных полов — декоративные мозаичные полы и магnezито-бетонная стяжка.

Декоративные мозаичные полы обычно применяются в торговых центрах, офисах и служебных помещениях. Внешне ровные, не скользкие, износостойкие. В качестве наполнителей используются мрамор, гранит и другие материалы. Благодаря введению пигментов в состав смеси можно получить магнезиальный пол ярких цветов.

Составляющие компоненты магнезитобетона: магнезит, бишофит, песок, гранитный щебень, полимерная фибра, *комплексные* модифицирующие и минеральные добавки, вода.

3. Рулонные материалы для покрытий пола

Рулонные материалы для полов на современном рынке представлены различными видами линолеума и ворсовых покрытий. В настоящее время в Западной Европе вновь пробудился интерес к линолеуму на натуральных сырьевых компонентах.

Классификация

На практике существуют несколько классификаций линолеумов.

В зависимости от способа производства линолеума его можно разделить на:

экструзионный,
каландровый,
промазной.

В зависимости от вида полимера искусственный линолеум можно разделить на виды:

поливинилхлоридный (ПВХ) линолеум,

линолеум – релин,
глифталевый линолеум,
коллоксилиновый линолеум.

ПВХ линолеумы выпускаются широкой цветовой гаммы с разнообразными рисунками. Он может быть безосновным и на тканевой основе.

Поливинилхлоридный линолеум обладает большой прочностью, весьма высоким сопротивлением истиранию, не подвержен гниению, имеет малую теплопроводность и очень гигиеничен.

Основной недостаток ПВХ-линолеума – теряет гибкость при низких температурах.

Физико-механические показатели поливинилхлоридных линолеумов приведены в табл. 8.8.

Табл. 8.8 Физико-механические свойства ПВХ-линолеумов

Вид линолеума	Твердость по шариковому твердометру ТШР-2, мм, не более	Потеря в весе при истирании на приборе типа Гроссели не более, г/см ²	Потеря в толщине при истирании на машине МИВ-2, мкм, не более	Упругость, %, не менее	Водопоглощение за 24 ч, %, не более	Гибкость/отсутствие трещин при обертывании стержня диаметром мм
Безосновный однослойный	0,5	0,06	45	40	2	45
Безосновный многослойный	0,3	0,035	-	40	1	20
На тканевой основе	0,5	0,06	45	45	5	20
На теплозвукоизолирующей войлочной и пористой основе	0,5	0,05	-	50	4	20

Перспективный вид ПВХ-линолеума - теплозвукоизоляционный линолеум, поскольку обладает высокими теплозвукоизоляционными и физико-механическими свойствами.

Данный линолеум предназначен для устройства полов в помещениях жилых зданий. Также допускается его применение в помещениях общественных и производственных зданий при отсутствии интенсивного движения и без возможного воздействия абразивных материалов, жиров, масел и воды.

Теплоизоляционная подоснова может быть волокнистая, пористая, пробковая.

В зависимости от способа производства и структуры полимерного слоя линолеум подразделяют на шесть типов:

ВК – вальцово-каландровый без лицевого защитного слоя;

ВКП - вальцово-каландровый с лицевым защитным слоем из поливинилхлоридной пленки;

ЭК – экструзионный без лицевого защитного слоя;

ЭКП - экструзионный с лицевым защитным слоем из поливинилхлоридной пленки;

ПРЗ – промазной с печатным рисунком, защищенным прозрачным поливинилхлоридным слоем;

ПРП – контактно-промазной с лицевым защитным слоем из поливинилхлоридной пленки.

Показатели физико-механических свойств линолеума должны соответствовать данным табл. 8.9.

Табл. 8.9 Физико-механические свойства ПВХ-линолеумов на теплозвукоизоляционной подоснове

Наименование показателя	Значение для линолеума типа		
	ВКП, ЭКП, ПРП	ПРЗ	ВК, ЭК
Истираемость, мкм, не более	50	90	90
Абсолютная остаточная деформация, мм, не более	1,4	1,5	1,5
Изменение линейных размеров, %, не более	1,5	1,5	1,5
Прочность связи между подосновой	3,0 (кроме	-	3,0

и полимерными слоями, Н/см, не менее	ПРП)		
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом, не более	$5 \cdot 10^{15}$		
Цветостойчивость и равномерность окраски для одноцветного линолеума, порог, не более	4	-	4
Индекс снижения уровня ударного шума, дБ, не менее	18		
Теплоусвоение, Вт/(м ² ·К), не более	12		
Прочность сварного шва, Н/см ² , не менее	294		

Безосновный линолеум может иметь один, два или более слоев. Бывает одно- и многоцветным, с печатным рисунком и шероховатой поверхностью. На всю толщину слоя (до 3 мм) его структура однородна (гомогенна), а значит, и физические свойства одинаковы во всех направлениях. Практическая ценность такого линолеума в том, что при истирании ни цвет, ни фактура не изменяются. Высокая износостойкость позволяет применять его в помещениях с высокой проходимостью людей. Шероховатость поверхности позволяет применять его в местах с повышенной влажностью (сауны, бассейны, туалеты, душевые).

Линолеум на вспененной основе – полугибкое рулонное покрытие толщиной от 2 до 3,5 мм. Этот линолеум долговечен, возможности по созданию расцветок и нанесению рисунков на него неограниченны. Применяется в основном в жилых помещениях, независимо от степени влажности.

Шумопоглощающие его виды – с подложкой не менее 2 мм из вспененного ПВХ и поглощением звука (шума) не менее 20 Дб (100 кратное снижение мощности звука) – создают особый комфорт при ходьбе, уменьшая нагрузку на ноги и спину.

Линолеум на джутовой (тканевой) основе – покрытие толщиной 5 мм. Состоит из двух слоев: нижнего (толстая основа из натурального или синтетического джута, войлока) и верхнего (ПВХ). Применяется в жилых помещениях, где нужны полы с повышенной теплоизоляцией и нет интенсивного движения людей.

По степени износостойкости линолеумы подразделяются на:

домашний (бытовой) линолеум,
полукоммерческий линолеум,
коммерческий линолеум.

Первую группу рекомендуется использовать в квартирах, вторую – в офисах и в помещениях со средней интенсивностью посещения людьми, а третью – в помещениях с высокой интенсивностью.

В зависимости от лицевой поверхности линолеум подразделяют на три типа:

А –многоцветный (мраморовидный) или одноцветный с лицевым защитным слоем из поливинилхлоридной пленки;

Б – многоцветный с лицевым защитным слоем из прозрачного поливинилхлоридного слоя;

В – многоцветный или одноцветный с наполненным лицевым защитным слоем.

Показатели физико-механических свойств линолеума должны соответствовать следующим величинам (соответственно для линолеумов типа А, Б и В), приведенным в табл. 8.10.

Таблица 8.10 Физико-механические свойства линолеума

№ п/п	Наименование показателя	Нормативные значения в зависимости от типа линолеума		
		А	Б	В
1	Истираемость, мкм, не более	50	90	10
2	Абсолютная остаточная деформация, мм, не более	0,35	0,45	0,45
3	Изменение линейных размеров, %, не более	0,8	0,8	0,8
4	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом, не более	для всех типов 5x10		

Бытовой линолеум бывает: тонкий, на толстой вспененной основе, на войлоке, на теплой основе.

Преимущества эластичных покрытий заключаются в их структуре и химическом составе. Покрытия характеризуются

мягкостью и пружинистостью, что отличает их от всех других материалов. Общая толщина от 0,8 мм до 4 мм и различные истираемые слои увеличивают прочность покрытий.

Эластичные покрытия подразделяются на однородные и неоднородные. Первые, имеющие однородную структуру по всей толщине, обладают исключительной устойчивостью к истиранию и рекомендуются для объектов общего пользования.

Многослойные, неоднородные покрытия состоят минимум из четырех слоев. Самый нижний слой – это основа: химическая (не впитывающая влагу, обеспечивающая высокий эксплуатационный комфорт) и механическая (обеспечивающая прочность покрытия в течение всего периода его использования). Основа изготовлена из пенополивинилхлорида, благодаря которому она обладает эластичностью и пружинистостью, постоянством размеров, а также способностью принимать форму основания, на которое покрытие укладывается. Выше находится несущий слой, стабилизирующий покрытие, а над ним – декоративный слой, имитирующий древесину, кафельную плитку, камни, пробку. На декоративный слой могут быть также нанесены самые разнообразные рисунки и цвета. Защиту декоративного слоя образует верхний предохранительный слой, от его толщины зависит прочность покрытия.

В защитном слое используются алмазоподобные частицы, семикратно повышающие износостойкость. Новый защитный слой исключительно устойчив к появлению полос от соприкосновения с резиновой поверхностью.

Классический бытовой линолеум представляет собой многослойное покрытие, суммарная толщина слоев которого в среднем колеблется в пределах 1,2-3 мм. Ширина рулонов составляет 1,5-5 м.

Защитный слой предохраняет рисунок покрытия. Толщина этого слоя определяет стойкость линолеума к истиранию и обычно не превышает 0,12-0,5 мм. Второй слой – цветовой. На него наносится рисунок.

Третий слой – вспененный ПВХ. Обычно – это рельефная поверхность, получаемая в результате специальной химической

или механической обработки. Чем глубже рельеф, тем естественней смотрится на полу линолеум.

Четвертый слой представляет собой ПВХ на стекловолокне, которое позволяет покрытию избежать деформации. Благодаря стекловолокну линолеум не растягивается, не закручивается и не сжимается.

Наконец, последний, пятый слой – это вспененная основа на химических (например, ПВХ) или натуральных (джут, ворс) материалов, придающая покрытию эластичность и создающая комфорт при ходьбе. Толщина такого слоя у некоторых разновидностей линолеума достигает 4,5 мм. (Подобное покрытие позволяет сгладить неровности пола, обладает повышенной тепло- и звукоизоляцией).

Коммерческие виниловые покрытия могут быть однородные и гетерогенные. Основой линолеума является полиуретан..

По сроку службы коммерческий линолеум близок к кафельной плитке и мраморным плитам.

Среди коммерческих покрытий встречаются материалы с особыми свойствами. Например, антистатические линолеумы с вкраплением нитей углерода. Углерод в структуре используются для снятия статического электричества с поверхности пола в операционных залах банков, вычислительных центрах и других помещениях, где одновременно включается и работает большое количество электроаппаратуры.

4. Штучные материалы

Штучные материалы (паркет, ламинат, пробковое покрытие, керамическая плитка, природный камень и др.), затруднительные в укладке и относительно сложные в производстве, часто оказываются предпочтительными с позиции потребителя.

Паркет

Паркет – один из самых распространенных видов покрытий пола жилых и общественных помещений с небольшой интенсивностью движения.

Паркетные полы могут настилаться как из штучного паркета (отдельных планок, на профессиональном сленге называемых «клепками»), так и монтироваться из паркетных щитов и паркетных досок.

Пол из штучного паркета собирается вручную на мастиках или с помощью гвоздей по «черному полу».

Паркетные щиты появились довольно давно (еще в XVIII в.) при наборе художественного паркета из разных пород дерева.

Паркетные доски – многослойная конструкция, состоящая из трех основных, склеенных между собой слоев:

верхнего – декоративного, выполненного из твердых пород дерева и покрытого износостойким лаком или пропитанного маслом толщиной 1-4 мм;

среднего – несущего, выполненного из еловых или сосновых брусков, уложенных поперек доски;

нижнего – компенсирующего, выполненного из шпона с расположением волокон вдоль доски.

Общая толщина доски 7-22 мм.

Доска имеет шпунт и паз и легко собирается в сплошное покрытие, не нуждающееся в шлифовке и финишной отделке.

Ламинат

Ламинированные напольные покрытия – ламинат (от лат. *Lamina* – слоистый) – дальнейшее развитие идеи паркетной доски.

Ламинат – многослойная конструкция, состоящая из:

лицевого декоративного слоя (бумопласта), полученного горячим прессованием нескольких слоев бумаги, пропитанных меламиновой смолой;

несущего слоя (основы) – как правило, из твердой древесноволокнистой плиты;

компенсирующего слоя бумопласта из 2-3 слоев крафт-бумаги.

Большая часть выпускаемого ламината имеет рисунок натуральной древесины, реже камня, керамической плитки и др. В

основном ламинат имеет форму доски: длиной 1200-1300 мм, шириной 190-200 мм и толщиной 7-8 мм. Мойка ламината водой с моющими средствами или растворителями не влияет на его декоративные качества.

Пробковые покрытия

1. Клеящие полы.

Для клеящих полов используют сравнительно тонкие плитки толщиной 3,2; 4 и 6 мм, размером 300х300 мм или пластины размером 900х150 мм и 600х300 мм. Покрытия толщиной делают многослойными: снизу клеевая основа, затем демпфирующий слой из гранулированной пробки, который декорируют шпоном из натуральной пробки и сверху защищают износостойким прозрачным лаком.

2. «Плавающие» полы.

Плавающие полы настилают из пробковых паркетных досок толщиной 9, 10 или 12 мм и размером 900х180 мм или 900х185 мм. Последние устроены по принципу «сэндвича». Его начинку разные фирмы выполняют по своему, но схема неизменна. Это жесткий несущий слой толщиной 4-6 мм из плит МДФ или ДВП сверху покрыт слоем прессованной пробки толщиной 2-4 мм.

Керамические плитки и керамогранит

Керамическая плитка для пола (используется также термин «метлахская» от названия немецкого города Mettlach) – имеет плотный керамический черепок с закрытой пористостью. По внешнему виду лицевая поверхность плиток для полов может быть:

- гладкой или рельефной;
- неглазурованной и глазурованной (блестящей или матовой, прозрачной или заглашенной);
- одноцветной и многоцветной (узорчатой, порфировидной, мраморовидной или декорированной различными методами).

Неглазурованная поверхность плиток может быть полированной.

По своему назначению плитки подразделяются на:

основные и бордюрные;

квадратные, прямоугольные, многоугольные и фигурные.

Размеры квадратных и прямоугольных плиток изменяются от 500х500 до 150х150 мм. Размеры многогранных и фигурных плиток устанавливает предприятие-изготовитель.

Физико-механические показатели плиток должны соответствовать значениям, указанным в табл. 8.11.

Табл. 8.11 Физико-механические свойства плиток

Вид дефекта	Нормативное значение для плиток	
	неглазурованных	глазурованных
Водопоглощение, %, не более	3,5	4,5
Предел прочности при изгибе, МПа (кгс/см ²), не менее, для плиток толщиной: до 9,0 мм включительно свыше 9,0 мм	28 (280) 25 (250)	28 (280) 25 (250)
Износостойкость (по кварцевому песку), г/см ² , не более	0,18	-
Износостойкость, степень	-	1 - 4
Термическая стойкость глазури, °С	-	125
Морозостойкость, число циклов не менее 25	25	-
Твердость глазури по Моосу, не менее	-	5

В промышленных зданиях плиточные полы настилают из специальных кислотоупорных керамических плиток толщиной 10-15 мм, обладающих повышенной кислотостойкостью (до 98 %).

Такие полы укладывают по прослойке, которая наряду с плиточным покрытием пола должна обладать кислотостойкостью и защищать конструкции здания от разрушающего воздействия агрессивных жидкостей.

В качестве вяжущего раствора прослойки используют жидкое (растворимое) стекло или теплостойкие нефтебитумы.

Керамический гранит относится к современным отделочным строительным материалам, завоевавшим интерес у архитекторов, дизайнеров и строителей. Это объясняется наличием у него высоких декоративных и физико-механических свойств.

Керамический гранит выпускают фирмы Италии, Испании, Турции, Германии и других стран. Появились первые заводы в Подмосковье, Белоруссии.

Керамический гранит в виде плиток изготавливается из природных экологически чистых огнеупорных глин, которые подвергают обработке на современном технологическом оборудовании с целью удаления из сырьевой массы вредных примесей. Для придания керамическому граниту требуемого цвета в сырьевую массу вводят минеральные пигменты, после чего из массы формируют на прессах под давлением около 50 МПа плитки, затем их обжигают в печи при температуре 1250⁰С. После обжига плитки приобретают высокую прочность, твердость и долговечность. Плитки изготавливают размером от 200 x 200 мм до 1000 x 1200 мм, при толщине от 7,5 до 22 мм.

Изделия из керамического гранита имеют высокие показатели по прочности, износостойкости, термостойкости, морозостойкости, стойкости к агрессивным средам и прочее и не уступают природному граниту. Кроме того, в отличие от естественного камня, керамический гранит не имеет радиационного фона. Технические характеристики керамической плитки типа ГЕС (керамический гранит) приведены в табл. 8.12.

Табл. 8.12 Технические характеристики керамической плитки

Наименование параметра	Стандарт EN 17BL			ГОСТ 6787-2000		
	Метод испытания	Ед. изм.	Нормативное значение	Метод испытания	Ед. изм.	Нормативное значение
Водопоглощение, %, не более	EN99	%	0,5	ГОСТ 6787-2000	%	3,5
Прочность на изгиб,	EN100	N/	27	ГОСТ	МПа	25

не менее		mm ²		27180		
Устойчивость к износу, не более	EN102	Mm ³	205	корунд, песок	г/см ³	0,54
Морозостойкость, не менее	EN202	цикл	50	ГОСТ 6787-2000	цикл	25
Термостойкость, не менее	EN104	°C	125	ГОСТ 6787-2000	°C	125

На сегодняшний день керамогранит выпускается различной цветовой гаммы (имитация под мрамор, гранит, дерево, монокolor и др.). Выбор размеров плит также неограничен: от небольших (300х300, 300х600, 400х400) до большеформатных (600х600, 800х800, 1000х1000, 1200х800). Кроме того керамогранит имеет широкий спектр типов поверхностей: полированная, полуполированная, лощенная, структурная, рельефная.

Шлакоситалловые плиты

Полы с покрытием из шлакоситалловых плит легко очищаются от пыли и грязи. Они огнестойки, имеют гладкую поверхность, высокую износостойкость, небольшое количество швов и неограниченные возможности архитектурного решения в зависимости от фактуры и цвета плит.

Высокая степень сопротивляемости шлакоситалла истиранию позволяет применять его для покрытий полов в вестибюлях зданий, вокзалах, станциях метрополитена, фойе клубов, торговых залах универмагов.

Плиты из природных каменных материалов

Полы из природных каменных материалов относятся к древнейшему материалу покрытия полов общественных и жилых зданий, где требуется архитектурная выразительность и высокая износостойкость. Выбор вида горной породы для покрытия пола зависит от эксплуатационных нагрузок на пол. Так, для полов в залах и переходах метро, где интенсивность движения

очень велика, предпочтительны твердые породы (гранит, габбро). Применение в таких помещениях мрамора приводит к быстрому износу пола. Нельзя настилать полы из пород разной твердости, так как это приводит к неравномерному износу и нарушению ровности пола.

Для повышения коэффициента использования ценных горных пород из отходов камнеобработки с помощью минеральных и полимерных вяжущих изготавливают плиты и блоки. После распиловки и шлифовки они применяются так же, как и плиты из цельного камня. Для обеспечения высокой долговечности таких плит необходимо, чтобы износостойкость связующего и природного камня были максимально близки.

7. Отделочные материалы для фасадов

1. Современные теплоизоляционные системы

Основным источником тепловых потерь в здании являются окна. Удельный тепловой поток через двухслойное остекление примерно в пять раз превышает тепловой поток, проходящий через стены. Учитывая, что площадь остекления в обычном доме составляет 15 - 20 % от площади стен, можно считать, что тепловые потери через стены превышают тепловые потери через оконные проемы. В общем объеме суммарных тепловых потерь всего здания потери тепла через стены – максимальны.

Повысить теплоустойчивость ограждающих конструкций можно за счет увеличения их термического сопротивления.

Выполнить это требование, увеличив толщину ограждающих конструкций, почти невозможно: толщина стен из железобетона, для Новосибирска, должна быть не менее 6 м, а из полнотелого кирпича не менее 2,3 м. Существуют три основных типа теплоизоляционных систем:

Система 1. Утеплитель расположен с внутренней стороны ограждающей конструкции. При таком расположении утеплителя, во-первых, уменьшается внутренняя площадь помещения, а во-вторых, требуются дополнительные затраты на пароизоляцию.

Система 2. Утеплитель находится внутри самой ограждающей конструкции (колодцевая кладка, многослойные стеновые панели). При такой системе ограждающая конструкция выполняется из двух параллельных стенок, соединенных между собой связями, а образующееся между ними пространство заполняется утеплителем..

Система 3. Утеплитель расположен снаружи ограждающей конструкции. В рассматриваемом случае толщина ограждающей конструкции может быть минимальной, исходя из требований прочности. Толщина утеплителя должна быть такой, чтобы зоны конденсации влаги и основного перепада температуры находились внутри теплоизоляционной плиты. При этом конденсат легко испаряется из-за высокой паропроницаемости системы.

Расположенный снаружи утеплитель необходимо защищать от атмосферного воздействия одним из двух способов:

штукатурным защитно-декоративным слоем (система наружной теплоизоляции с защитно-декоративным слоем по утеплителю);

защитным экраном (теплоизоляционная система с вентилируемым фасадом).

Каждый из этих способов требует применения конкретного набора материалов (элементов), образующих в совокупности единую многослойную систему.

2.«Мокрые» штукатурные фасады по утеплителю

«Мокрые» фасады незаменимы не только при реконструкции и реставрации старинных зданий, где использование современных облицовочных материалов категорически недопустимо, но и при строительстве новых зданий.

Они более трудоемки в монтаже, но в среднем на 30 – 50 % дешевле любой другой системы. Кроме того, возможность нанесения краски на фасад увеличивает варианты изменения решения цветовой гаммы архитектурного облика здания.

Современные оштукатуренные фасады представляют собой многослойную «шубу» из утеплителя, прикрепленного к стене,

армирующей сетки, выравнивающей, а затем отделочной штукатурки.

Технология «мокрых» штукатурных фасадов состоит из следующих этапов:

подготовка основания,

приклеивание утеплителя на стену, закрепление его анкерами,

приклеивание армирующей стекловолоконистой сетки,

нанесение выравнивающего состава,

нанесение защитной декоративной штукатурки.

Каждый слой выполняет в системе свою функцию.

Теплоизоляционный материал обеспечивает утепление ограждающей конструкции, его толщина определяется теплотехническим расчетом, а тип материала – противопожарными требованиями. В качестве теплоизоляционного слоя как правило используют плиты из минеральной ваты и пенополистирола. Средняя плотность этих материалов колеблется в пределах от 200 до 15 кг/м³, а коэффициент теплопроводности – от 0,08 до 0,026 Вт/(м°С).

Декоративные штукатурки

Декоративные штукатурки предназначены для отделки фасадов и некоторых помещений общественных зданий (вестибюли, лестничные клетки, холлы). Они могут быть гладкими, цветными, иметь характерную фактуру, имитировать декоративные природные облицовочные камни.

Декоративная штукатурка наносится в три слоя: грунт, подготовительный слой и накрывочный декоративный слой (накрывка).

Для грунта и подготовительного слоя применяют обычные штукатурные растворы с расчетом, чтобы прочность подготовительного слоя была выше накрывочного. Это особенно важно при последующей механической обработке затвердевшей декоративной штукатурки для придания ей различной фактуры.

Для накрывки обычно используют сухие смеси, которые перед нанесением затворяют водой до нужной консистенции.

Известково-песчаные смеси. Эти смеси в основном состоят из известкового теста, портландцемента, песка, пигмента, иногда каменной муки или пудры; заполнителем служит природный кварцевый или дробленый мраморный песок.

Известково-цементные смеси состоят из извести (65...70%), цемента (19...30%), заполнителя и пигментов (2...16%). В зависимости от крупности заполнителя они бывают мелко- и среднезернистые. Используются для оштукатуривания мокрых фасадов, а также шлакобетонных, керамических и кирпичных стен.

Полимерцементные смеси представляют декоративные покрытия из пастовых составов с присыпкой сухими дроблеными материалами, заглубляемыми в свеженанесенный пастовый слой. Для декоративных покрытий применяют полимерцементные пасты и мелкозернистый материал – мелкозернистую крошку природных каменных материалов, дробленого стекла, шлака, полимерных материалов разных цветов фракции 1,2-2,5 мм.

Декоративные фасадные покрытия на основе полимеров используются главным образом в качестве верхнего слоя по минеральной штукатурке. Они представляют мастичные составы, связующими в которых являются синтетические смолы (алкидные, эпоксидные, полиуретановые, полиэфирные), водные дисперсии полимеров (эфир полиакриловой или поливиниловой кислоты) или растворы полимеров в органических растворителях (эфир полиакриловой кислоты или поливиниловых ароматических углеводородов).

Мастичные составы содержат фракционированный декоративный заполнитель при использовании прозрачных связующих или тонкомолотые наполнители и пигменты, образующие цветные непрозрачные составы.

Фасадная мастика «Senergy» представляет собой 100%-ный акриловый материал. Используется, как фактурное покрытие поверх подстилающего слоя, железобетона, кирпича. Отличается своеобразным рисунком и фактурой достигаемых наличием фракций разных размеров.

Пластоун (Москва) - наносится на бетон, гипсокартон, штукатурку, металл, керамическую плитку, стекло, ДСП и т.д., в

т.ч. на старую краску. Применяется для наружной отделки фасадов зданий, коттеджей, террас, лоджий; внутренней отделки стен, потолков помещений, холлов, коридоров, лестничных клеток, элементов интерьера.

Палстоун микс – это готовая к применению смесь из разноцветной минеральной калиброванной крошки и полимерного связующего на латексной основе.

Пластоун тон – это готовая к применению однотонная композиция из минеральной калиброванной крошки и полимерного связующего на латексной основе (структурная штукатурка).

Пластоун грунт – это грунтовый состав на латексной основе для подготовки поверхности под нанесение Пластоун микс или Пластоун тон.

Как обычная штукатурка материал наносится столярным мастерком или пистолетом при помощи компрессора (давление не менее 0,6-0,8 МПа). Покрытие полируется (затирается) или для создания рельефа обрабатывается в свеженанесенном состоянии валиками, терками (при этом образуется рельеф)

Сухие смеси для отделки фасадов

Сухие смеси состоят из цемента, извести, кварцевого песка и белых карбонатных наполнителей, полимерного связующего, замедлителей схватывания, водоудерживающих и реологических добавок. Преимуществами сухих смесей являются: подготовка в заводских условиях сырьевых материалов (фракционирование, помол), точное дозирование компонентов (особенно добавок, составляющих десятые доли процентов от массы смеси), однородность смеси, стабильное качество.

Весь комплекс свойств сухих смесей обеспечивается использованием порошкообразных полимеров, способных при затворении смеси водой растворяться или диспергироваться в ней.

Основные виды химических добавок для сухих смесей.

- эфиры целлюлозы – для водоудержания, загущения и придания пластичности;

- редиспергируемые порошки (полученные из полимерных дисперсий при высушивании и способные снова диспергироваться в воде) и дисперсии – для адгезии и атмосферостойкости;
- поверхностно-активные добавки – для регулирования реологических свойств (пластичности, текучести).

3. Навесные вентилируемые фасадные системы

Само понятие «вентилируемый фасад» возникло в Германии. За рубежом первые вентилируемые фасадные системы на зданиях появились еще в середине 1940-х годов в скандинавских странах, и затем на севере американского континента в странах с сырым и ветреным климатом, длинной зимой и резкими перепадами температуры.

В России вентилируемые фасады стали применять сравнительно недавно, но уже накоплен обширный опыт по использованию их в строительстве и при реконструкции всевозможных объектов – общественных, административных зданиях, а также при реконструкции домов массовой застройки.

Организация и технология выполнения работ

Система вентилируемого утепленного навесного фасада представляет собой трехслойную конструкцию, состоящую: из плитного утеплителя, закрепляемого на поверхности стены с помощью механического крепления; воздушной вентилируемой прослойки; декоративно-защитного слоя.

Расчетный срок службы системы вентилируемого утепленного навесного фасада определяется проектной организацией и должен составлять не менее 50 лет. Предельные температуры при эксплуатации НВФ составляют от минус 55 °С до плюс 80 °С.

Основные достоинства вентилируемых фасадов заключаются в следующем:

- широкие возможности по использованию современных фасадных отделочных материалов;
- высокая тепло- и звукоизоляция;

увеличение теплоаккумулирующей способности массива стены (кирпичная стена будет остывать в 6 раз медленнее, чем при внутреннем слое теплоизоляции такой же толщины).

вентиляция внутренних слоев – удаление атмосферной влаги и влаги образующейся за счет диффузии водяных паров изнутри;

защита стен и теплоизоляции от атмосферных воздействий;
нивелирование термических деформаций;

возможность проведения фасадных работ в любое время года – исключение «мокрых» процессов;

в зависимости от теплоизоляционного материала может применяться не зданиях всех степеней огнестойкости, всех классов конструктивной и функциональной пожарной опасности (СНиП 21001-97);

возможно применение на фасадах зданий высотой до 75 метров.

В качестве *теплоизоляционного слоя* системы вентилируемого утепленного навесного фасада здания может применяться плитный утеплитель различной толщины, толщина утеплителя определяется расчетом. При использовании НВФ конденсация влаги в утеплителе не происходит, она отводится от него при вентилировании воздушного зазора (эффект камина). Кроме того, теплоизоляционные плиты используются с минимальным водопоглощением.

На большинстве строящихся объектов с навесным вентилируемым фасадом утеплитель защищен *ветрогидрозащитной мембраной*. Ее отсутствие является нарушением регламента Технической оценки Федерального Агентства по жилищно-коммунальному хозяйству вследствие ошибок при проектировании или монтаже и влечет за собой серьезные последствия.

Виды навесных вентилируемых фасадов

При проектировании вентилируемых фасадов многое определяется отделочными материалами

Навесные вентилируемые фасады подразделяются на следующие основные группы:

кассетные,
плитные,
теклянные,
реечные.

К группе *кассетных фасадов* относятся:

фасады, облицованные маталлокассетами,
фасады из алюминия или стали с полимерным покрытием,
фасады с кассетами из композитных материалов.

Кассеты – это единственный из облицовочных материалов, обеспечивающий разнообразие геометрических форм, в том числе и в изготовлении цельных радиальных элементов для облицовки колонн, изготовления пилонов или плавных изгибов больших участков фасадов и реализации других архитектурных замыслов.

Малый вес конструкций позволяет использовать систему кассетного фасада в облицовке высотных зданий.

К группе *плитных фасадов* относятся категории облицовок: плиты на основе прессованного листа (асбоцементного, фиброцементного), керамические и керамогранитные плиты, композитные плиты, комбинированные из природного камня.

Плитные фасады нашли свое широкое применение благодаря близости их фактуры к классической штукатурке. Они с успехом применяются на жилых и административных зданиях

Особенно необходимо выделить фасады из керамического гранита и композитных плит из природного камня – это наиболее престижная облицовка, сдержанно подчеркивающая статус здания. Эти фасады характерны для государственных учреждений, банков, административных, торговых центров.

Однако применение плитных фасадов может быть ограничено невысокой несущей способностью стен здания. В этом случае плитные фасады используются только на нижних этажах либо в виде фрагментов облицовки в сочетании с другими системами.

К группе *стеклянных фасадов* относятся фасадные конструкции на основе алюминиевого профиля, тонированного или прозрачного стекла.

Современные светопрозрачные конструкции, помимо эстетической составляющей, имеют ряд практических характеристик: высокий уровень тепло- и звукоизоляции, сочетание глухих полей и элементов открывания на отдельных участках.

Стекло прекрасно сочетается с большим спектром фасадных материалов, оставаясь в любом архитектурном проекте центральным аккордом.

К группе *реечных фасадов* относятся фасады, облицованные горизонтальными либо вертикальными панелями (металлический и полимерный сайдинг).

В связи с высокой потребностью в недорогих облицовочных материалах, эти фасады нашли на российском рынке широкое применение. Конструктивные особенности крепления сайдинга позволяют применить эту систему в зонах с повышенной сейсмичностью.

Масса некоторых фасадных материалов приведена в табл.8.13.

Табл. 8.13 Сравнительная таблица массы фасадных материалов

Материал	Толщина панели, мм	Масса, кг
Пластико-алюминиевые композитные панели	4,0	5,5
Алюминий	3,3	8,9
Сталь	2,4	18,7
Асбестоцементные плиты	5,8	11,7
Керамические материалы	8-10	14-18
Фиброцементные плиты	6	10,8
	8	14,2
	10	18,0

Алюминиевые композитные панели – это сложный многослойный материал, состоящий из двух слоев тонкого (от 0,15 до 0,5 мм) листового алюминия и полимерного наполнителя между ними. Суть материала заключается в сочетании жестких листов

на поверхности панелей с относительно мягким эластичным наполнителем в его середине.

В последнее время начат выпуск отечественных алюминиевых композитных панелей, например, фирмой «Краспан» в городе Красноярске.

Этот материал обладает целым рядом уникальных (иногда взаимоисключающих) свойств. Вот некоторые из них: высокая жесткость, высокая прочность и в тоже время высокая эластичность, способность принимать любую заданную форму, незначительную массу (как и подобает алюминиевому сплаву), высокая технологичность (как в обработке, так и монтаже). Листы имеют широкий спектр толщины (от 2,0 до 6,0 мм) с различными вариантами толщины алюминиевого слоя (от 0,15 до 0,5 мм). Существуют стандартные размеры панелей: 1220 мм x 2440 мм, а также по желанию заказчика выпускаются нестандартные размеры: ширина до 1350 мм, длина до 6000 мм. Панели с толщиной 4,0 мм и более с алюминиевой стенкой не менее 0,3 мм используются для фасадов.

Эти панели можно фрезеровать, резать, рубить, клеить, гнуть, сверлить, наносить самоклеящиеся пленки.

Благодаря широчайшим возможностям технологической обработки, материал можно использовать при изготовлении цельных (не из отдельных деталей, а именно монолитных) изделий сложной формы.

Одна из сторон листа, лицевая – почти всегда имеет декоративное покрытие выполняющее одновременно и защитные функции. Декоративность достигается тремя способами.

В качестве декоративных покрытий, в первом способе, могут служить различные высокопрочные синтетические краски.. Гарантия на сам композитный материал до 50-ти лет.

Оксидные пленки (второй способ) получаемые методами электрохимического анодирования надежно защищают алюминий, обеспечивая высокое качество поверхности листа и могут быть видом отделки. Ламинирующие покрытия (третий способ) с имитацией различных пород полированного отделочного камня: гранита и мрамора.

Декоративная лицевая сторона листа, поступающего с завода, надежно защищена полиэтиленовой пленкой, предохраняя поверхность от царапин, после выполнения монтажа она легко снимается.

Керамические плитки - это малоформатные керамические пластины, которые крепятся на опорно-несущей конструкции, выполненной из профилированной листовой стали. Опорно-несущая конструкция в свою очередь крепится к наружной стене. Облицовочные пластины размером 300 x 225 x 25 мм имеют специальные технологические и фальш-пазы. Они непосредственно навешиваются на крючки монтажного каркаса и фиксируются отгибающимися элементами. После фиксации пластин толщина воздушной прослойки между стеной и облицовочной плитой составляет от 15 до 150 мм в зависимости от задачи, поставленной заказчиком (утепление стены или обновление фасада). Изготовление основных элементов фасадных конструкций осуществляет ОАО ОП «Красноярскстройматериалы» на технологических линиях испанской фирмы (Ажемак).

Плитки *из керамогранита* для НВФ изготавливают размером от 200 x 200 мм до 1000 x 1200 мм, при толщине от 7,5 до 22 мм.

Для заполнения проемов *фасадное стекло* применяется:
при «холодном» исполнении фасада стекло толщиной 6 – 10 мм,

при «теплом» исполнении фасада в конструкции выполненной по стоечно-ригельной схеме стеклопакет толщиной 24, 26, 38, 40 мм, а в конструкции выполненной по схеме стойка/ригель из ригельного профиля, стеклопакет 18, 20, 22, 24, 26, 32, 34, 36, 38, 40 мм.

Табл. 8. 14 Свойства фасадных плит

Наименование параметра	Стандарт EN 17BL			ГОСТ 6787-2000		
	Метод испытания	Ед. изм.	Нормативное значение	Метод испытания	Ед. изм.	Нормативное значение

Водопоглощение, %, не более	EN99	%	0,5	ГОСТ 6787-2000	%	3,5
Прочность на изгиб, не менее	EN100	N/mm ²	27	ГОСТ 27180	МПа	25
Устойчивость к износу, не более	EN102	Mm ³	205	корунд, песок	г/см ³	0,54
Морозостойкость, не менее	EN202	цикл	50	ГОСТ 6787-2000	цикл	25
Термостойкость, не менее	EN104	°C	125	ГОСТ 6787-2000	°C	125

Термин «солнцезащитное стекло» это нарицательное название стекла, которое обладает способностью снижать пропускание световой и/или солнечной энергии. Таким стеклом является окрашенное по массе стекло, а также стекло с различными покрытиями.

К стеклу с отражающей поверхностью относится стекло с покрытиями типа ON-Line и OFF-Line, полученное с применением одноименных методов, поверхность которых отражает видимый свет и тепловое излучение лучше, чем обычное стекло. По внешнему виду стекло напоминает зеркало.

Метод ON-Line предполагает обработку поверхности стекла во время процесса изготовления самого стекла в различных ваннах. При этом образуется крепкое металлическое покрытие.

Стекло типа OFF-Line производится в вакуумных установках путем нанесения сверхтонких покрытий, которые придают стеклу как эстетические, так солнцезащитные и отражающие свойства.

Окрашенное в массу стекло изготавливается из цветной стекломассы для получения желаемого цвета. Наиболее распространенными являются следующие цвета: бронзовый, серый, синий с различными оттенками, зеленый. Однако, можно изготавливать стекло и других цветов. Окрашенное в массу стекло

поглощает больше тепловой и световой энергии по сравнению с обычным стеклом, поэтому находит применение в оформлении фасадов, межкомнатных дверей, перегородок и прочее. Изящно выглядит мебель, изготовленная из такого стекла.

Плиты на основе асбоцементного листа изготавливают способом прессования из формовочной массы состоящей из портландцемента и распушенного до состояния волокон хризотилового асбеста. Хризотилковый асбест обладает ценными физико-механическими свойствами, такими как термостойкость, низкая тепло- и электропроводность, высокий коэффициент трения, эластичность, прочность, армирующая и адсорбционная способности, щелочестойкость. Такой гаммой свойств не обладает ни один из природных и искусственных материалов.

На сегодняшний день известны три типа фактур: с поверхностью из минеральной крошки; с цветной гладкой поверхностью; с цветной фактурной поверхностью (типа «короед»).

В качестве крошки для *плит с поверхностью из минеральной крошки* используется различного цвета гранит, а также мрамор. Размер крошки от 1,2 до 2,5 мм.

Предварительно, перед нанесением каменной крошки, лист сушится и осматривается. Обратная сторона обрабатывается акриловой грунтовкой глубокого проникновения, которая предотвращает попадание влаги в структуру листа, продлевая тем самым срок его службы. При нанесении на листы натуральной каменной крошки используются эпоксидные смолы, модифицированные различными химическими добавками. Введение добавок позволяет использовать данные листы в регионах с большими годовыми и суточными перепадами температур, а также в районах с повышенной влажностью воздуха.

Основой *плит с гладкой цветной поверхностью* служит также высокопрочная прессованная асбоцементная плита. На плиту по специальной технологии нанесена акриловая грунтовка и лакокрасочное покрытие, стойкое к атмосферным воздействиям. Уникальное лакокрасочное покрытие специально разработано и адаптировано для нанесения на цементные поверхности, что препятствует выходу солей, щелочи на поверхность листа

Для плит с фактурной цветной поверхностью используется полимерное покрытие с минеральным наполнителем, создающим фактурность. Пигменты имеют очень высокую атмосферостойкость и светостойкость, что в свою очередь увеличивает срок эксплуатации. Использование окрашенного связующего, делает покрытие более долговечным и ремонтпригодным. Данное покрытие имеет фактурную поверхность, не выглядит плоским и в этом отношении оно близко к каменной крошке. С другой стороны покрытие может быть любого цвета, что роднит его с лакокрасочными покрытиями. Срок службы плит 10 лет.

Облицовочные панели на основе асбоцементного листа выпускаются следующих размеров, мм: 1200 x 1570, 1200 x 1200, 1200 x 2400.

Механические свойства

Прочность на изгиб, МПа.....	23
Средняя плотность, не менее, кг/м ³	1800
Ударная вязкость, кДж/м ²	2,5
Прочность сцепления с основанием, кН/м ²	850

Фасадные плиты «Minerit», «LTM Company» (Финляндия) изготовлены на основе белого или серого цемента и минеральной фибры. Плиты могут быть окрашены в массу и иметь поверхностное окрашивание. Плиты, окрашенные в массу, изготавливаются на основе белого цемента, поэтому их цвет максимально приближен к естественным оттенкам природы и легко сочетаются с другими материалами. Технические данные плит приведены в табл. 8.15.

Табл. 8.15 Свойства плит

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
1	Размеры, мм	6 x 1200 x 3050
		8 x 1200 x 3050
		10 x 1200 x 3050
2	Масса ,кг/м ² , при толщине плиты:	
	6 мм	10,8
	8 мм	14,2
	10 мм	18,0
3	Средняя плотность, кг/м ³	1600 - 1650

Все физико-механические показатели фиброцементных плит сопоставимы с физико-механическими показателями асбоцементных плит.

Способы отделки поверхности такие же как у асбоцементных плит. Однако «LTM Company» разработала, кроме выше перечисленных, плиты «LTM siding» с древесным рисунком, по размерам напоминающую сайдинг. Особым свойством данных плит является приятный эстетичный внешний вид, имитирующий рисунок древесины. Цвета близкие к традиционным цветам древесины, приятные на вид. Размеры плит – 3600 x 209 x 8 мм, вес – 10,8 кг/м². Монтаж данных плит осуществляется горизонтально с нахлестом верхней плиты на нижнюю (по методу «рыбьей чешуи»).

Фасадные панели «AT-WALL Knew» (Япония) фиброцементные плиты имеющие керамическое покрытие, устойчивое к воздействию внешних факторов. Средняя плотность этих плит в 2,5 раза ниже по сравнению с российскими и европейскими плитами на цементной основе, при этом сохраняются высокие прочностные характеристики. В результате существенно снижается нагрузка на подвесную систему и на фундамент, улучшаются теплоизоляционные и шумоизоляционные свойства.

Лицевая поверхность панелей – настоящее произведение искусства. Материал имитирует самые различные материалы – бут, сланец, рваный камень, кирпич, в том числе эксклюзивно состаренный, декоративную штукатурку, дерево, керамогранит и множество других материалов.

Высокая точность размеров панелей AT-WALL в сочетании с совершенной системой стыка «в замок» (система скрытого крепления) облегчает процесс монтажа материала, а также обеспечивает влагонепроницаемую поверхность фасада. Поверхность плит AT-WALL обладает высокой способностью к воздействию фазовых переходов воды. Это свойство объясняется наличием в составе покрытия пластичных микрогранул, которые выталкивают частицы льда из микротрещин, тем самым препятствуя разрушению декоративной поверхности материала,

что обеспечивает его высокую морозоустойчивость. Одним из достижений разработчиков AT-WALL является свойство отторжения поверхностного загрязнения. Практически любая грязь (пыль, сажа) смываются с декоративной поверхности AT-WALL обычным дождем. Некоторые виды плит обладают фотокерамическим эффектом, который под воздействием ультрафиолета отторгает с поверхности даже мазут.

На сегодняшний день предприятием «Фаст-Урал» выпускаются облицовочные плиты четырех видов:

«ФАССТ-М» - на основе фиброцементной плиты «Минерит» (пр-во Финляндия)

«ФАССТ-Ц» - на основе цементно-стружечной плиты (ЦСП) (пр-во Россия)

«ФАССТ-Ф» - на основе погодоустойчивой трехслойной фанеры (пр-во России)

«ФАССТ-А» - на основе асбоцементной плиты (пр-во России)

Верхний декоративный слой выполнен из каменной крошки приклеенной на эпоксидную смолу, он образует водонепроницаемый слой. Для декоративного слоя используются уральские самоцветы (змеевик, яшма, гранит, кварц и другие), кроме того, завод «Фасст-Урал» осуществляет прямые поставки каменной крошки из Италии (Россо-Верона, Боттичино, Джиало-Мори, Джиало-Сиена) и ЮАР (синяя крошка). Технические характеристики плит представлены в табл. 8.16.

Табл. 8.16 Технические характеристики плит

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Средняя плотность	кг/м ³	1800
Прочность на изгиб сухого материала:	МПа или МН/м ²	
продольная	МПа или МН/м ²	25
поперечная		19
Морозостойкость	цикл	50
Коэффициент теплового расширения	°C -1·10 ⁻⁶	9
Водопоглощение за 48 ч	%	7

Теплопроводность	Вт/м ⁰ С	0,418
Деформация при увлажнении RH 30-50%	мм/м	0,3
RH 50-90%	мм/м	1,5
Коэффициент паропроницаемости	мг/м ² •ч•Па	0,0046
Размеры плит:		
толщина	мм	8
ширина	мм	1200
длина	мм	1570;2400
Долговечность	условные годы	30

Металлические покрытия -это экологически безопасные фасадные материалы с уникальными свойствами из оцинкованной стали. Данный материал не допускает коррозии, не горит, не меняет своего цвета в течении долгих лет.

Лист толщиной 0,5 – 0,7 мм имеет высококачественное полимерное покрытие и состоит из следующих слоев: полимерное покрытие, грунтовка, антикоррозионное покрытие, цинковое покрытие, стальной лист 0,5 – 0,7 мм, защитный лак.

В качестве грунтовки применяется полиэфирная краска, толщина грунта с лицевой стороны – 25 мкм, с обратной стороны – 5 мкм..

На сегодняшний день наиболее распространены металлические кассеты, сайдинг декорированные с помощью порошкового полимерного покрытия, а также листы с нанесенной, при помощи полимерного клея, каменной крошкой.

Лидерами в производстве *полимерного сайдинга* является немецкие фирмы «Mitten» и «Holzplast». Полимерный сайдинг производится из винила высочайшего качества, в основе которого высококачественное сырье. Готовая продукция постоянно подвергается суровым испытаниям и тестам, которые по своим требованиям превосходят принятые стандарты на ударопрочность и термостойкость.

На весь сайдинг распространяется пожизненная гарантия. Она гарантирует отсутствие расслаивания, вздутия, облетания и любых других дефектов материала. Кроме высокой долговечности данный материал обладает следующими достоинствами:

контурный дизайн системы замков помогает надежному креплению панелей к стенам,

поверхность панели имеет структуру натурального дерева и не требует дополнительного ухода,

толщина панели в 1,2 мм гарантирует исключительную прочность,

специальная замковая часть увеличивает жесткость и упругость сайдинга, обеспечивая великолепную защиту от выгибания,

цвет максимально приближен к естественным оттенкам природы и легко сочетаются с другими материалами.

Комбинированные плиты из природного камня- материал состоит из трех слоев:

натуральный камень, толщиной 3 мм,

специальный молекулярный клей,

керамическая основа.

Технология производства заключается в следующем: натуральный камень распиливают на плоские листы толщиной 3 мм и специальным клеем прикрепляют к керамической основе.

При применении натурального камня довольно сложно выдержать один оттенок. Натуральный гранит и мрамор могут различаться в тонах одной партии от другой из-за достаточно широкого слоя плиты (20мм). Благодаря применению новой технологии, наиболее высокая однородность цвета гарантирована за счет тонкого распиливания камня слоем 3 мм. В связи с этим значительно уменьшается вес панели. Комбинированные плиты (3 D панель) имеет размеры 600 x 600 x 10 мм.

Большое разнообразие цветовой гаммы и элегантность мрамора и гранита позволяют широко использовать комбинированные панели для художественного оформления как фасадов, так и интерьеров здания.

8. Материалы для окрашивания фасадов

Возможности нанесения краски на фасад увеличивают варианты цветовой гаммы архитектурного облика здания.

Для окрашивания используют различные лакокрасочные материалы – краски, эмали и комбинированные гидрофобные составы.

Основными лакокрасочными материалами являются:
воднодисперсионные краски;
полимерминеральные краски;
краски и эмали на органических растворителях

1. Воднодисперсионные лакокрасочные материалы

Воднодисперсионные лакокрасочные материалы имеют следующие преимущества:

экологическая безопасность, так как не содержат органических растворителей,

пожаро- взрывобезопасны (так как они изготовлены на водной основе) как во время хранения, так и во время работы с ними и во время эксплуатации,

короткие сроки высыхания - 30-40 минут,

высоко гигиеничные, так как они образуют паропроницаемую «дышащую» пленку.

Традиционно в качестве воднодисперсионных красок для отделки наружных поверхностей изделий используются:

готовые водоэмульсионные краски – стиролбутадиеновая Э-КЧ-112 и поливинилацетатная Э-ВА-17;

поливинилацетатные краски различной модификации ПВАЦ, ПВАГ и др.

Поливинилацетатная дисперсия – незаменима в клеях по дереву, но не водостойка. Следовательно, применять их можно только внутри здания в сухих помещениях. В то время как бутадиенстирольные краски водостойки, но имеют ограниченную светостойкость. Применять их можно как в сухих так и во влажных условиях, но только в темных помещениях.

Современные воднодисперсионные фасадные краски – акриловые. Они изготавливаются на основе акриловых латексов. В отличие от ПВА акриловые краски до 10 лет эксплуатации не желтеют и не шелушатся. Это быстросохнущие, долговечные, легко колерующиеся, технологичные краски. Ограничения для

применения акриловых красок: нельзя красить дерево и незагрунтованный металл, нельзя работать в холодный период при температуре ниже плюс 5⁰С. Вододисперсионные фасадные акриловые краски – матовые. Вододисперсионные акриловые эмали – полуматовые, полуглянцевые и глянцевые. Эмали содержат значительно больше связующего, чем акриловые краски, поэтому они более прочные. Вододисперсионные краски и эмали используются для летних фасадных работ.

2. Полимерминеральные лакокрасочные материалы

В состав полимерминеральных красок входят минеральные вяжущие и органические связующие, пигменты, красители, наполнители, водоудерживающие, стабилизирующие и адгезионные добавки.

Традиционные полимерминеральные краски приготавливаются на основе портландцемента или цветных цементов с добавкой дисперсии ПВА или латекса СКС 65-ГП и извести.

Высокая тонкость помола позволяет получать ровное покрытие и одинаковую интенсивность окраски, а также оказывает влияние на прочность покрытий.

По внешнему виду краски представляют собой текучие однородные по цвету и консистенции пасты, не содержащие посторонних включений, видимых невооруженным глазом.

Необходимый комплекс реологических и технологических параметров при приготовлении красок и их нанесение без потеков на окрашиваемые поверхности достигается, если условная вязкость по вискозиметру ВЗ-4 с соплом 4 мм составляет 5-80 с.

При введении в рецептуру красок полимеров с гидрофобным эффектом дополнительно достигаются сильные водозащитные свойства, которые уменьшают вероятность наступления высолов на поверхности, появления плесени, грибков, роста бактериального покрова и образования пятен, а также улучшается сопротивляемость агрессивной среде.

Краски на отделываемую поверхность наносят кистью, валиком, пневмораспылителем в один - два слоя при температуре окружающей среды плюс 5-25⁰С.

3. Лакокрасочные материалы на органических растворителях

Традиционные фасадные краски на органических растворителях – это эмали на основе хлорсульфированного полиэтилена ХП-799, кремнийорганические КО-174, краски цементно-перхлорвиниловые ЦПХВ, органосиликатные ВН 30, органическая краска «Сикра-1» (на основе лака ХВ-784, растворителя Р-4 и наполнителей).

Эти краски имеют много недостатков: взаимная несовместимость; высокая токсичность, так как используются сильно пахнущие растворители; низкая технологичность и т.д.

Новым видом фасадных красок на органических растворителях являются акриловые.

Их основные достоинства:

температура нанесения – от минус 20 °С до плюс 30°С;

продолжительный срок службы (не менее 10 лет) при невысокой цене;

совместимость со всеми красками, кроме известковых и цементных;

получаемое покрытие прочное, обладает высокой адгезией и когезией;

образующаяся пленка с высокой паропроницаемостью; пленка матовая;

токсичность ниже по сравнению с другими органоразбавляемыми красками, так как разбавитель – уайт-спирит имеет не сильный запах.

Органоразбавляемые фасадные краски незаменимы для зимних фасадных работ. Органический разбавитель в них в основном играет роль антифриза. В целом же, зимние фасадные краски всех типов по сравнению с водными, имеют ряд общих недостатков: меньшую технологичность, возможность образования пятнистости фасада из-за большей активности разбавителя, интенсивный запах, поэтому летом предпочтительнее применять водоразбавляемые акриловые фасадные краски.

9. Облицовка фасадов зданий

Наружные стены кирпичных зданий облицовывают крупноразмерной фасадной керамической глазурованной плиткой, картами ковровой мозаики из керамических или стеклянных плиток, плитками из декоративного цветного бетона с различной фактурой и плитками из природного камня.

1. Облицовка керамическими плитками

Облицовочные керамические плитки могут быть плоскими, рустованными, рельефными и фасонными.

Перед облицовкой поверхность стен очищают, провешивают, устанавливают маяки на каждом облицовываемом участке, затем стены увлажняют. Плитки укладывают рядами снизу вверх на цементно-песчаном растворе состава 1 : 4 или мастике ПЦ; швы заполняют раствором по окончании облицовки. Облицованную поверхность зачищают увлажненной тканью.

При облицовке стен ковровой мозаикой, наклеянной на бумагу, особое внимание уделяют подготовке ровной прослойки из цементного раствора состава 1 : 3.

Когда облицовка приобретет достаточную прочность, с ее поверхности удаляют предварительно увлажненную бумагу и заполняют швы раствором.

2. Облицовка плитами из природного камня

Плиты с различной фактурой для облицовки фасадов изготавливают из горных пород - гранита, лабрадорита, мрамора, известняка, песчаника, туфа.

Камень и фактуры лицевых граней плит для реставрации облицовки различных элементов фасада выбирают в соответствии с данными табл.17.

Облицовочные детали, поврежденные при перевозке или в процессе монтажа, исправляют на месте работ.

Облицовочные детали могут нуждаться в обрезке по новому размеру, сверлении крепежных отверстий и восстановлении испорченной фактуры.

Камень на строительной площадке обрабатывают вручную или на облегченных малогабаритных станках (например, станок для резки гранита, мрамора, для шлифовки кромок мрамора). Для монтажных работ используют пневматические или электрические портативные машины и механизированные инструменты, устанавливаемые непосредственно на рабочем месте облицовщика.

Так, для исправления плит по размерам (окантовка) служит окантовочный станок, для восстановления полированной фактуры - шлифовальный станок. Работы по шлифовке кромок выполняют на специальном станке. Гнезда для крепления гранитной облицовки сверлят с помощью пневматических молотков, мраморной - электросверлилкой или электропазовкой.

Монтаж облицовочных плит из природного камня. Плиты при облицовке соединяют между собой и со стенкой с помощью связей скоб, изготавливаемых из нержавеющей или оцинкованной стали.

Для крепления плит в готовых плитах сверлят отверстия в которые помещают пробки для заделки скоб и добавочные стержни. За скобы заводят вертикальные стержни и крюки, надетые на них; крепят камни к стержням.

Таблица 18

Выбор камня и фактур для реставрации облицовки различных элементов фасада

Область применения	Элемент фасада	Порода облицовочного камня и его фактура			
		граниты	габбро и лабрадорит	известняки, доломиты и мраморы	песчаники и туфы
Облицовка цокольной части здания (1-й и 2-й этажи многоэтажного здания)	Цоколь	Полирован-ная	Полирован-ная	-	-
	Стены	Скала	-	Шлифованная	Бугристая
	Профильные архитектурные детали	Полирован-ная шлифованная	Полирован-ная	То же	Гладкая
	Междуэтажный пояс	Шлифованная	- \ -	- \ -	То же
	Стены	-	-	Шлифованная-пиленая	Шлифованная, пиленая
Облицовка вышележащих этажей	Профильные архитектурные детали	-	-	Шлифованная	Шлифованная

Однако такое крепление становится устойчивым лишь после заливки раствором пазух между стеной и облицовкой.

Камни облицовочные в каждом горизонтальном ряду устанавливают от краев к середине, к центральному камню - «замку». Горизонтальность установки первого ряда облицовки контролируют нивелиром, уровнем и отвесом.

Толщину швов принимают при грубой фактуре 10 мм, при шлифованной - 3 мм, бороздчатой - не более 5 мм, при полированной и лощеной - не более 1,5 мм.

При ширине швов до 1,5 мм камни устанавливают насухо, при ширине шва 3-10 мм - на слой раствора. Свободное пространство между стеной и облицовкой заливают цементным раствором в несколько приемов по мере того, как затвердевает предыдущая порция. Причем первую заливку делают более пластичным цементным раствором на высоту 10 см. Требования к качеству облицовки приведены в табл. 8.19.

Табл. 8.19 Допускаемые отклонения при облицовке поверхностей плитами из природного камня

Допускаемые отклонения	Фактура лицевой поверхности		
	полированная, лощеная	шлифованная, точечная, борозчатая	скала
Отклонение поверхности облицовки от вертикали	2 мм на 1 м, но не более 5 мм на всю высоту этажа	3 мм на 1 м, но не более 10 мм на всю высоту этажа	-
Отклонение швов от вертикали и горизонтали	1,5 мм на 1 м, но не более 3 мм на всю длину ряда	3 мм на 1 м, но не более 5 мм на всю длину ряда	3 мм на 1 м, но не более 10 мм на всю длину ряда
Несовпадение профиля на стыках архитектурных деталей и швов	0,5 мм	1 мм	2 мм

3. Облицовка плитами из искусственного камня

Искусственная каменная плитка представляет собой высококачественную декоративную бетонную плитку. Фактура бетонных облицовочных фасадных плит в зависимости от способа их формования и обработки может быть гладкой (шлифованной), рельефной и имитирующей природный камень. Архитектурные детали сложной формы (капители, плафоны, барельефы и т.п.) изготавливают с гладкой фактурой, либо снабжают пазами (например, типа «ласточкин хвост») или закладными анкерами из арматурной стали.

В состав бетона входят:

- специально подготовленный («прожаренный» и фракционированный) песок,

- отсевы дробления твердых горных пород, смесь высокомарочных цементов,

- качественные свето- и щелочестойкие железноокисные пигменты,

- комплекс добавок, улучшающих эксплуатационные характеристики готовой продукции (прочность, морозостойкость и др.).

Тенденции развития современного архитектурного дизайна таковы, что отделка камнем – искусственным или природным применяется практически в каждом втором проекте. Это вполне оправдано, так как строения, имеющие даже небольшие «вкрапления» камня смотрятся гораздо теплее и уютнее, чем просто окрашенные. Присутствие в доме камня придает ему основательность и респектабельность, подчеркивая изысканный вкус хозяев и их приверженность высокому стилю.

При этом отделка плиткой, имитирующей камень, постепенно вытесняет применение естественного камня.

Так как масса плитки меньше массы камня, то уменьшается нагрузка на фундамент и опорные конструкции, ниже транспортные расходы и трудозатраты.

Вся плитка уже имеет подготовленную ровную заднюю поверхность, четкий размер и ровные грани, легко стыкующиеся друг с другом. Исчезает сложный трудоемкий процесс подго-

товки камня к укладке – его тщательном отборе и обтесывании. Плитка легче пилится, колется и подгоняется под нужный размер, поэтому упрощается отделка сложных поверхностей.

Плитка имеет практически неорганическую цветовую гамму. Цена значительно ниже цены на натуральный камень, и при этом срок службы сопоставим. Повреждения плитки в процессе монтажа или эксплуатации не будут заметны, так как плитка прокрашена в массе.

Плитки имеют 25-летнюю гарантию. Однако практический опыт показал, что в действительности этот срок больше и бетонные изделия 50-60 летней давности почти не изменили своего оттенка,

Плитка достаточно проста в применении. При монтаже ее на стену можно использовать цементно-песчаный раствор с использованием цемента высокой марки или клей для плитки.

На сегодняшний день наибольшую популярность завоевали сланцевые и бутовые разновидности плиток.

10. Гидрофобизация фасадов

Целью гидрофобной обработки является придание поверхности водоотталкивающих свойств. При этом поры материала остаются открытыми, практически не изменяется его паропроницаемость. Одновременно достигается достаточно высокая защита от проникновения в материал атмосферной влаги.

Для поверхностной и объемной гидрофобизации материалов применяются различные кремнийорганические соединения, как мономерные (силаны), так и олигомерные (силоксаны и силиконаты). Среди кремнийорганических гидрофобизаторов есть водонерастворимые и водорастворимые соединения.

Отечественные водонерастворимые кремнийорганические гидрофобизаторы – жидкости 136-41 (бывшая ГКЖ-94) и 136-157м (бывшая ГКЖ-94м), водорастворимые кремнийорганические соединения – ГКЖ-10, ГКЖ-11 хорошо известны строите-

лям. В последнее время налажен выпуск улучшенных и новых водорастворимых продуктов – ГКЖ-11У и АКВАСИЛ.

Новые виды отечественных гидрофобизаторов по качеству не уступают импортным аналогам, но значительно дешевле.

Водонерастворимые гидрофобизаторы применяются в виде растворов в органических растворителях или водных эмульсий.

Использование органических растворителей приводит не только к взрыво- и пожароопасности, но и к токсической и экологической опасности хранения и применения гидрофобизаторов. При использовании эмульсий сложнее обеспечить создание тонких пленок силоксанов с ориентированными от поверхности органическими радикалами, что снижает гидрофобный эффект.

Наиболее технологически удобными для поверхностной пропитки конструкций являются водорастворимые кремнийорганические соединения – алкилсиликонаты щелочных металлов $\text{HO}[\text{RSi}(\text{OM})\text{O}]_n\text{H}$. Они наносятся на поверхность различными способами с помощью простых инструментов и приспособлений.

Продукты серии АКВАСИЛ превосходят по эффективности гидрофобизирующие жидкости ГКЖ-11, ГКЖ-10, на более длительный срок обеспечивают гидрофобные свойства обработанных поверхностей (до 10 лет). В новых видах продуктов устранены взрыво- и пожароопасность, ниже щелочность, они экологически безопасны, так как в качестве летучих компонентов содержат только воду, не приводят к появлению высолов на цветных поверхностях.

При выборе вида гидрофобизатора для конкретных материалов необходимо учитывать механизм их взаимодействия с обрабатываемой поверхностью. Например, для гидролиз гидридсилоксана (жидкость 136-41) необходимы катализаторы, в качестве которых может выступать свободная известь свежего бетона. Если таковые отсутствуют, целесообразнее использовать в таких случаях раствор метилсиликоната калия (АКВАСИЛ), катализатором химических процессов гидролиза и конденсации которого является углекислый газ воздуха (можно привести

примеры). Например: гидрофобизация газобетона завода «Сибит» (г. Новосибирск) обеспечивает значительный водоотталкивающий эффект. После обработки поверхности газобетона АКВАСИЛОМ поглощение воды снижается с 10-14 литров до 1 л/м² за 24 часа контакта поверхности с водой (расход товарного гидрофобизатора 100 г/м²). Для сравнения – через слой штукатурного раствора впитывается 1,9 л/м² воды (расход сухой смеси 3 кг/м²).

Гидрофобизация значительно замедляет капиллярное впитывание влаги и ускоряет высыхание материала. Например, водопоглощение обычного газобетона достигает 56% за 1 сутки, а гидрофобизированному материалу для близкой величины водопоглощения требуется более 7 суток (за первые сутки – не более 5%).

Кроме известных эффектов повышения долговечности конструкций и увеличения срока между ремонтами при гидрофобизации достигается улучшение внешнего вида зданий и сооружений в связи с предотвращением высолов и за счет «самоочищения» гидрофобизированных поверхностей (снижение осаждения пыли и легкое смывание загрязнений атмосферными осадками).

Глава 9. КРОВЕЛЬНЫЕ И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Общие сведения

В процессе эксплуатации кровельные материалы подвергаются действию различных атмосферных факторов: солнечной радиации, увлажнению и высыханию, колебаний температуры, замораживанию и оттаиванию. Поэтому к кровельным материалам предъявляют требования не только в отношении прочности, но и по долговечности, водостойкости, водонепроницаемости, атмосферостойкости.

В строительстве часто используют рулонные кровельные материалы, причем кровельный ковер состоит обычно из нескольких слоев, количество которых зависит от класса здания,

уклона кровли и климатических условий: пароизоляция; утеплитель; стяжка; приклеивающая мастика; рулонный кровельный материал; защитный слой.

Гидроизоляционные материалы должны обладать помимо перечисленных выше свойств повышенной водонепроницаемостью, так как изолируемые конструкции часто подвергаются напору воды. Кроме того, гидроизоляционные материалы должны сопротивляться действию агрессивных сред, быть достаточно эластичными и гибкими, так как иногда они служат для изоляции поверхностей, имеющих сложные геометрические очертания.

Область применения гидроизоляционных материалов весьма обширна. Их используют для устройства кровли, для заделки и герметизации стыков в крупнопанельном домостроении, в примыканиях различных конструктивных элементов, для заделки температурных швов, при наружной и внутренней защите подземных конструкций и сооружений и т.д. Гидроизоляция необходима при выполнении специальных видов изоляции: гидро-теплоизоляции и гидроантикоррозийной.

Четкую границу между кровельными гидроизоляционными материалами провести нельзя, так как одни и те же материалы могут использоваться как кровельные и как гидроизоляционные (или пароизоляционные).

Классификация гидроизоляционных материалов

- 1) *по назначению*: кровельные, гидроизоляционные (рис. 9.1);
- 2) *по структуре*: основные, безосновные;
- 3) *по виду основы*: на картоне, на стеклооснове, на фольге, на асбестовой бумаге;
- 4) *по виду вяжущего*: битумные, дегтевые, битумно-дегтевые, битумно-полимерные, битумно-резиновые;
- 5) *по физическому состоянию и внешнему виду*: рулонные и листовые, штучные, мастики, пасты и эмульсии, лакокрасочные.

Компоненты, определяющие гидроизоляционные свойства материалов

1. Связующие вещества

Битумы

Битумы относятся к органическим связующим веществам. Их используют для изготовления асфальтовых бетонов и растворов, для производства рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов, получения герметизирующих материалов, мастик, паст, лаков. Битумы могут использоваться в чистом виде или с органическими или неорганическими добавками, улучшающими их физические и механические свойства.

Битумами называют сложные смеси углеводородов и их соединений с кислородом, азотом, серой. По исходному сырью они подразделяются на *природные* и *нефтяные*. Природные битумы редко встречаются в чистом виде, чаще всего они пропитывают осадочные горные породы (пески, песчаники, известняк, доломиты).

В строительстве используют *нефтяные битумы*, представляющие собой продукты переработки нефти и ее смолистых остатков.

По внешнему виду битумы – это черные или темно-коричневые вязко-жидкие или твердые вещества.

На свойстве *термопластичности* (способности размягчаться при нагревании и отвердевать при охлаждении) основано применение битумов в строительстве в качестве вяжущих веществ, например, при изготовлении асфальтовых бетонов и растворов, а также в виде составов для пропитывания кровельного картона при производстве рулонных кровельных материалов.

Свойство *гидрофобности*, практически исключающее проникновение воды в битумы, позволяет получать на их основе не только водонепроницаемые, но и морозостойкие материалы для устройства кровель и гидроизоляции.

Стойкость к действию химических растворов позволяет использовать битумы для устройства антикоррозийной защиты

конструкций, например, на предприятиях химической промышленности.

Свойство растворимости в летучих растворителях позволяет применять битумы для изготовления лакокрасочных составов и мастик.

Основные свойства битумов, определяющие их марку: *вязкость* (твердость), *пластичность* (растяжимость), *температура размягчения*, *температура хрупкости*. Эти свойства тесно связаны между собой. Например, вязкие битумы, с малой глубиной проникания иглы, имеют высокую температуру размягчения и обладают малой растяжимостью, то есть являются хрупкими. Свойства битумов изучаются на лабораторных работах.

В зависимости от назначения битумы делятся на дорожные (для получения асфальтовых бетонов и растворов), строительные (для устройства гидроизоляции) и кровельные (для изготовления кровельных материалов).

Полимеры

Полимеры широко применяют для изготовления различных гидроизоляционных и кровельных материалов: листовых (стеклопластиковые кровельные листы); пленочных из полиэтилена, поливинилхлорида, синтетического каучука; рулонных, например, бутилкаучуковых. Полимеры используют в качестве добавки в битумные и дегтевые вяжущие вещества для повышения их теплоустойчивости и устойчивости к старению. Эмульсии на основе полимеров служат для гидрофобизации поверхностей из различных материалов. Большая группа полимерных лаков и красок используется в качестве окрасочной гидроизоляции. Кремнийорганическими полимерами обрабатывают поверхность различных строительных материалов для придания гидрофобности.

2. Вспомогательные материалы

К вспомогательным материалам, применяемым для приготовления гидроизоляционных составов и изготовления гидроизоляционных материалов, относятся растворители, пластификаторы, наполнители, армирующие материалы.

Растворители представляют собой летучие органические жидкости и смеси, способные растворять различные органические вязкие вещества. Применяются они для разжижения или разбавления связующих или составов на их основе с целью понижения их вязкости и улучшения технологических свойств. Кроме того, растворители используются для очистки и промывки оборудования и инструментов, применяемых для приготовления и нанесения гидроизоляционных составов.

Углеводороды (бензол, толуол) хорошо растворяют растительные и минеральные вещества, масла, жиры, битумы, многие синтетические смолы и каучуки. В спиртах растворяют нитроцеллюлозу, полиакриловые, полиэфирные и другие смолы. Спирты часто используются как добавки к другим растворителям типа углеводородов для усиления растворяющей способности последних. Ацетон чаще всего используется для растворения лаков и красок гидроантикоррозионного назначения.

Пластификаторы вводят в состав гидроизоляционных материалов для модификации свойств связующих и покрытий, придания им эластичности, трещиностойкости и морозостойкости.

Наполнители вводят в состав гидроизоляционных материалов для повышения их трещино-, тепло- и кислотостойкости, а также с целью экономии вяжущих.

Наполнители подразделяются на порошковые и волокнистые. К порошковым относятся молотый кварц, известковый, доломитовый, кирпичный, диатомитовый, диабазовый порошок, маршаллит, зола уноса ТЭЦ, тальк, цементная пыль, слюда, барит и др. Волокнистыми наполнителями являются асбест, минеральная вата, стекловолокно.

Армирующие материалы. В качестве армирующих материалов применяют главным образом стеклоткань, стеклотсетку, стеклохолст. Кроме того, находят применение асбестовая ткань, асбестовая бумага, асбестовый картон.

Виды гидроизоляционных и кровельных материалов

1. Оклеечные материалы

Рулонные основные материалы

Основой большинства рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов служит картон: полотно из беспорядочно ориентированных, плотно спрессованных волокон органического или минерального происхождения. Один из показателей марки картона – масса 1 м^2 .

Основные материалы делятся по структуре на беспокровные (получаемые пропиткой основы органическим вяжущим) и покровные, на поверхность которых после пропитки основы вяжущим веществом наносится покровный слой из смеси органического вяжущего с наполнителем. К традиционным рулонным основным кровельным (гидроизоляционным) материалам относятся пергамин, толь, рубероид, гидроизол.

Пергамин – беспокровный материал, представляющий собой кровельный картон, пропитанный битумным вяжущим. Применяется для нижних слоев кровельного ковра.

Толь – рулонный материал, изготавливаемый пропиткой и покрытием кровельного ковра дегтем с посыпкой песком (марки ТКП–350 и ТКП–400) или крупнозернистой крошкой. Применяют для устройства кровель временных сооружений, а с крупнозернистой посыпкой – для верхнего слоя пологих кровель.

Рубероид изготавливают путем пропитки кровельного картона мягкими нефтяными битумами ($t_p \leq 40^\circ\text{C}$) и покрытием его с обеих сторон тугоплавкими битумами ($t_p = 85\text{--}95^\circ\text{C}$) и посыпкой. Рубероид с пылевидной или мелкозернистой посыпкой (РКП–350, РПП–300) применяют для внутренних слоев кровельного ковра и как гидроизоляционный материал, а с крупнозернистой посыпкой (РКК–350 и РКК–400) – для верхнего слоя кровельного ковра.

В последние годы повышены требования к рулонным кровельным материалам. Например, в СНиП 2–26–99 «Кровли» запрещено использовать рубероид на всех кровлях, кроме кровель временных зданий и сооружений со сроком службы до 5 лет.

Перспективными видами рубероида являются:

- *антисептированный рубероид*, изготавливаемый на основе картона, пропитанного антисептиками, придающими биостойкость материалу;
- *рубероид с эластичным слоем* с пониженной до -50°C температурой хрупкости. Это достигается введением в состав битума резины;
- *наплавляемый рубероид*, изготавливаемый путем пропитки кровельного картона мягкими нефтяными битумами с последующим покрытием его с обеих сторон тугоплавкими нефтяными битумами. Наклейку рубероида осуществляют без применения мастики путем расплавления нижнего слоя пламенем горелки, что повышает производительность труда;
- *стеклорубероид* – рулонный кровельный и гидроизоляционный материал на стекловолоконной основе, получаемый нанесением с двух сторон на основу битумного вяжущего и посыпки. Материал долговечен, обладает повышенной водонепроницаемостью, биостойкостью;
- *фольгоизол* – рулонный основной двухслойный материал, состоящий из тонкой рифленой или гладкой фольги, покрытой с нижней стороны защитным битумизированным составом. Предназначен для паро- и гидроизоляции ответственных зданий и сооружений, герметизации стыков панелей и устройства кровель;
- *гидроизол* – рулонный беспокровный материал, изготовленный из асбестового картона, пропитанного битумом. Выпускается марок ГИ–Г (гидроизоляционный, обладающий повышенной водонепроницаемостью и гибкостью) и ГИ–К (кровельный).

Технический прогресс в производстве основных гидроизоляционных материалов связан с отказом от картонной основы и освоением выпуска ряда наплавляемых материалов, наклейка которых на основание производится расплавлением нижнего слоя пламенем горелки. Замена картонной основы на стеклоткань, стеклохолст или полиэфирное полотно (полиэстер) обеспечивает гнилостойкость и повышенную деформативность. Технология наплавления позволяет избавиться от громоздких и

небезопасных битумных котлов, дает возможность укладывать материал при отрицательной температуре. Битумное вяжущее, используемое для получения современных гидроизоляционных материалов, модифицировано добавками полимеров, например, термоэластопласта типа «СБС» или «АПП».

Освоен выпуск материалов Филизол «Н» (для нижнего слоя кровельного ковра и гидроизоляции) и Филизол «В» (для верхнего слоя кровельного ковра) с теплостойкостью соответственно 70 и 80 °С; Изопласт «П» (для нижнего слоя кровли) и Изопласт «К» (с крупнозернистой посыпкой для верхнего слоя кровли). Теплостойкость изопласта не ниже 120 °С.

Группа предприятий «Технониколь» выпускает материалы *техноэласт* и *унифлекс*. Технические характеристики материалов позволяют укладывать их на кровлю в один–два слоя, а не в четыре как рубероид.

Новинкой кровельного сезона 2001 г. стал улучшенный битумный материал *Бикрост*. Это рулонный кровельный и гидроизоляционный наплавляемый материал, предназначенный для устройства кровельного ковра зданий и сооружений и гидроизоляции строительных конструкций во всех климатических районах. *Бикрост* получают путем двухстороннего нанесения на стекло- или полиэфирную основу битумного вяжущего, состоящего из битума и наполнителя. Он выпускается двух марок:

Бикрост К – с крупнозернистой или чешуйчатой посыпкой с лицевой стороны и пылевидной или мелкозернистой посыпкой с наплавляемой стороны полотна; применяется для устройства верхнего слоя кровельного ковра;

Бикрост П – с пылевидной или мелкозернистой посыпкой с обеих сторон полотна; применяется для устройства верхнего слоя кровельного ковра с защитным слоем и нижних слоев кровельного ковра, для гидроизоляции строительных конструкций.

Допускается вместо пылевидной или мелкозернистой посыпки использовать для защиты наплавляемой или обеих сторон полотна от слипания полимерную пленку. *Бикрост* является

гибким, водонепроницаемым, теплостойким до 80 °С материалом.

Экофлекс – современный многофункциональный, СБС модифицированный, наплавляемый кровельный и гидроизоляционный материал. Он состоит из негниющей основы (стеклохолст, стеклоткань, или нетканное полиэфирное полотно – полиэстер), на которую нанесено от 3 до 5 кг высококачественной битумной смеси, модифицированной пласто-эластомерными добавками. Материал обладает повышенной гибкостью и хорошей теплостойкостью, которая увеличена до 120 °С.

Экофлекс предназначен для устройства кровель с малым уклоном (до 15 %) и гидроизоляции фундаментов зданий и сооружений. Высокие адгезионные свойства позволяют наплавлять его практически на любое негорючее основание (цементно-песчаная стяжка, минплиты и т.п.). Совместимость с окисленными битумами позволяет использовать материал для ремонта даже старых рубероидных кровель.

Экофлекс выпускается двух марок:

Экофлекс К – с крупнозернистой или чешуйчатой посыпкой с лицевой стороны и пылевидной или мелкозернистой посыпкой с наплавляемой стороны полотна; применяется для устройства верхнего слоя кровельного ковра;

Экофлекс П – с пылевидной или мелкозернистой посыпкой с обеих сторон полотна; применяется для устройства верхнего слоя кровельного ковра с защитным слоем и нижних слоев кровельного ковра, для гидроизоляции строительных конструкций.

Экофлекс наносится в один слой при восстановительном ремонте старого покрытия, и в два – при организации нового кровельного ковра, либо при капитальном ремонте.

Рулонные безосновные материалы

Преимуществом безосновных кровельных и гидроизоляционных материалов является эластичность, гибкость, способность следовать за деформациями конструкций, которые они изолируют.

Изол – безосновный рулонный резинобитумный материал с асбестовыми волокнами. Долговечнее рубероида в 2 раза, гниlostоек, водонепроницаем, не теряет эластичности при отрицательных температурах. Выпускается марок И–БД (без полимерных добавок) и И–ПД (с полимерными добавками). Используется для оклеечной гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений.

Бризол – безосновный рулонный материал, состоящий из нефтяного битума, дробленой резины, асбеста и пластификатора. Предназначен для антикоррозионной защиты подземных стальных трубопроводов, а также гидроизоляции подземных сооружений.

Рулонные пленочные материалы

К пленочным материалам относятся: пленка полиэтиленовая, полиамидная, полиэтиленопековая гидроизоляционная и др. Преимущество этой группы материалов в малой толщине, массе и высокой степени водонепроницаемости. Следует иметь в виду, что полиэтиленовая пленка теряет свои свойства при прямом воздействии солнечных лучей.

2. Обмазочные материалы

Этот вид гидроизоляции представляет собой упругопластичное покрытие, выполненное из одного или нескольких слоев битумных эмульсионных, битумно-полимерных или полимерных материалов. Благодаря высокой паро- и водонепроницаемости, хорошей сцепляемости с основаниями и повышенной устойчивостью к влиянию погодных условий обмазочные материалы применяются для гидроизоляции поверхностей подземных частей зданий и сооружений; конструкций резервуаров; напорных поверхностей гидротехнических сооружений; гидро- и пароизоляции стен, междуэтажных перекрытий жилых, промышленных и сельскохозяйственных зданий; защитного слоя мягких кровель из рулонных материалов.

Битумно-эмульсионные и битумно-полимерные материалы применяются также для грунтовки изолируемой поверхности в

качестве клеящих мастик при выполнении гидроизоляционных работ.

Эмульсии и пасты

Эмульсия – это жидкость, в которой находятся во взвешенном состоянии микроскопические капельки другой жидкости.

Наиболее широкое применение для гидроизоляции конструкций получили битумные эмульсии. Для получения эмульсии битума в воде применяют эмульгаторы (омыленные жирные кислоты, омыленную канифоль, сульфитно-дрожжевую бражку, глину, известь и др.). В эмульсии содержится от 40 до 60 % битума, 60–40 % воды и 0,01–2 % эмульгатора.

Битумные эмульсии применяют для устройства защитных гидроизоляционных и пароизоляционных покрытий, грунтовки оснований под гидроизоляцию, приклеивания рулонных материалов и гидрофобизации бетонных поверхностей. Битумные эмульсии вводят также в бетонные смеси для повышения их водонепроницаемости и коррозионной стойкости.

Известны эмульсии на основе полимеров, например, кремнийорганических. Их используют при гидрофобизации органических и неорганических материалов путем пропитки.

Пасты представляют собой более концентрированные эмульсии, они разбавляются водой на месте производства работ, что делает их экономичнее эмульсий в случае необходимости перевозки.

Мастики

В зависимости от исходного вяжущего выпускают битумные, дегтевые, битумно-полимерные, дегте-полимерные и битумно-резиновые мастики.

По способу изготовления и применения различают мастики горячие, то есть применяемые в нагретом до 160–180 °С виде, и холодные, которые применяют без предварительного подогрева.

Битумные мастики изготавливают из нефтяного битума, наполнителей и добавок. Наполнители могут быть волокнистые (асбест 7-го сорта, асбестовая пыль, коротковолокнистая минеральная вата, древесные волокна), пылевидные (известняковый,

доломитовый, кварцевый, кирпичный порошок, тальк, трепел) или комбинированные.

Наполнители повышают теплостойкость мастик и уменьшают их хрупкость при пониженных температурах.

Горячие битумные мастики должны иметь температуру размягчения, соответствующую температурным условиям, в которых будет служить кровельный ковер или гидроизоляция во избежание вытекания мастики и сползания кровельного ковра в жаркое время, а в холодное время – повышения хрупкости и ломкости мастики.

В зависимости от степени теплостойкости приклеивающие битумные мастики разделяют по маркам: МБК–Г–55, МБК–Г–65 и далее 75, 85, 100 (МБК–Г – мастика битумная кровельная горячая, цифры указывают на теплостойкость мастики).

Горячие битумно-резиновые приклеивающие мастики изготавливают из сплава резины и битума, иногда с полимерными добавками. Выпускаются пяти марок: МБР–Г–55 (65, 75, 85 и 100). По сравнению с горячей битумной мастикой обладают повышенной эластичностью, гибкостью и морозостойкостью.

Холодные битумные мастики (МБК–Х–1 и др.) представляют собой смесь коллоидного раствора нефтяного битума в органическом растворителе (соляровое масло, керосин) с наполнителем и антисептиком. Холодная мастика в кровельном ковре при непосредственном соприкосновении с рулонным материалом постепенно отвердевает вследствие проникновения растворителя в толщу кровельного материала и в результате частичного испарения.

При применении холодных мастик сокращается расход битума (уменьшение толщины наносимого слоя), удлиняется сезон кровельных работ, улучшаются условия труда.

Битумно-полимерные композиции обладают повышенной деформативной способностью, однако покрытия на их основе более трудоемки в изготовлении по сравнению с покрытиями на основе битумных мастик.

3. *Окрасочные гидроизоляционные материалы*

Окрасочная гидроизоляция представляет собой многослойное водонепроницаемое покрытие, выполняемое способом окраски.

Эта гидроизоляция назначается только для нанесения на изолируемые поверхности со стороны воздействия воды и применяется обычно для защиты монолитных и сборных конструкций с надежно замоноличенными стыками, исключаящими образование трещин. Служит также для антикоррозионной защиты бетонных, металлических и других поверхностей.

К недостаткам окрасочной гидроизоляции следует отнести то, что во многих случаях эффект ее является кратковременным. Поэтому ее необходимо периодически возобновлять.

Для окрасочной гидроизоляции применяются дегтебитумные, битумно-полимерные и полимерные окрасочные составы.

Материалы для объемной гидроизоляции

Объемная гидроизоляция – это такой вид изоляции, при которой гидроизоляционные функции выполняет сам защищаемый материал за счет подбора его состава, введения специальных добавок, пропитки или инъекции уплотняющими веществами.

Бетоны с добавками полимеров

Специальные гидроизоляционные бетоны с добавками полимеров делятся на:

- *полимерцементные бетоны* – цементные бетоны, в которые добавляют кремнийорганические или водорастворимые полимеры, водные эмульсии типа поливинилацетатной, водорастворимые эпоксидные смолы и др.;
- *полимербетоны (ПБ)* получают на основе синтетических смол и химически стойких наполнителей и заполнителей без участия минеральных вяжущих и воды;
- *бетонополимеры (БП)* – цементные бетоны, которые после завершения процессов твердения и структурообразования подвергаются пропитке различными мономерами. Это дает возмож-

ность получить плотные изделия с высокой прочностью на сжатие. Наибольшее распространение в настоящее время находят БП на основе фурановых и полиэфирных смол.

Пропиточная и инъекционная гидроизоляция

Пропитке подвергаются изделия из бетона (трубы, сваи, колонны, плиты и др.), керамики (кирпич, трубы, блоки), асбоцемента (листы и трубы) или из естественных пористых камней (известняк–ракушечник, туф и др.).

Пропиточными материалами служат органические вяжущие (битумы, каменноугольные дегти и пеки, петролатум), термопластичные полимеры (низкомолекулярный полиэтилен), мономеры термореактивных смол (стирол, метилметакрилат), жидкое стекло.

Пропитанные этими составами изделия и конструкции обладают высокой водопроницаемостью, водоустойчивостью и морозостойкостью. Например, пропитка жидким стеклом обеспечивает водонепроницаемость при давлении 0,3–0,4 МПа.

Эффективность пропиточной гидроизоляции определяется глубиной пропитки и долговечностью пропитываемого материала, а также технологией пропитки. Пропитка может осуществляться в открытых ваннах или в автоклавах, в объеме которых создается разрежение.

Инъекционная гидроизоляция представляет собой заполнение пор или трещин в сооружении в результате нагнетания уплотняющего вещества с последующим его отверждением. В качестве уплотняющих составов применяют: суспензии – цементные, цементно-глиняные; растворы – цементные, полимерцементные; жидкое стекло; битумные расплавы и эмульсии, битумно-латексные композиции, карбамидные, фенолоформальдегидные, эпоксидные и др. смолы. Этот вид гидроизоляции используется для ликвидации течей через фильтрующие бетонные и железобетонные ограждающие конструкции, для повышения плотности и обеспечения водонепроницаемости сооружений.

Бетоны с добавками растворов минеральных веществ

Сущность данного способа повышения водонепроницаемости бетонов заключается во введении в их состав добавок растворимых в воде солей, которые уплотняют структуру бетона. В качестве добавок применяются растворы хлорного железа или нитрита натрия. При использовании, например, хлорного железа в порах бетона в результате связывания свободного $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образуется нерастворимый коллоидный осадок гидрата окиси железа.

Бетоны с добавками гидрофобизирующих ПАВ

Для объемной гидрофобизации применяются кремнийорганические жидкости 136–41, ГКЖ–10, ГКЖ–11, ГКЖ–13. Наиболее эффективной является добавка водной эмульсии жидкости 136–41 (0,1–0,2 %). Для бетонов с известняковым заполнителем рекомендуется применять ГКЖ–10 в том же количестве.

Введение кремнийорганических гидрофобизаторов в бетоны и цементные растворы уменьшает водопоглощение, повышает поверхностную прочность, морозостойкость, трещиностойкость.

Специальные гидроизоляционные материалы

К этой группе относятся герметизирующие материалы.

Строительные герметики предназначены для герметизации стыков конструктивных элементов зданий и сооружений, например, стыков наружных стеновых панелей, осадочных и температурных швов, мест примыкания оконных и дверных блоков и др.

Герметики используются также в сопряжениях сборных элементов тоннелей, вентиляционных шахт, резервуаров, гидротехнических сооружений, дорожных покрытий.

Герметизирующие материалы должны быть влаго-, паро- и газонепроницаемыми, тепло- и морозостойкими и не должны изменять своих свойств в течение всего срока службы зданий и сооружений. Они должны обладать стойкостью к атмосферным климатическим воздействиям, иметь невысокую стоимость, изготавливаться из доступного сырья и быть удобными при монта-

же. К пластичным герметикам (мастикам) предъявляют дополнительные требования: хорошая адгезия к бетонным поверхностям, способность к значительному удлинению. Выпускаемые промышленностью герметики делятся на три группы: профильные эластичные прокладки, пастоэластичные нетвердеющие мастики и вулканизирующиеся (отверждающиеся) мастики.

Профильные эластичные прокладки изготавливают в виде пористых или плотных полос и жгутов (с различными профилями поперечного сечения). К ним относятся: пороизол, гернит П, пенополиуретановые прокладки, каучуковые уплотнительные ленты и др.

В зависимости от требований к уплотнению стыков прокладки устанавливают насухо или на специальных приклеивающих мастиках.

Пороизол – эластичный, пористый, гнилостойкий и долговечный материал, выпускают двух марок: М и П в виде упругих полос прямоугольного сечения 30×40 и 40×40 мм (для герметизации горизонтальных стыков наружных панелей) и в виде жгутов диаметром от 10 до 60 мм (для герметизации вертикальных стыков). *Пороизол М* имеет на поверхности незакрытые поры и применяется после покрытия его холодной мастикой, закрывающей поры. *Пороизол П* имеет защитную пленку, поэтому применяется без мастики.

Гернит П – резиновая пористая прокладка с воздухо- и водонепроницаемой пленкой на поверхности. Выпускают в виде прокладок диаметром 20, 40, 60 мм, длиной 3 м.

Прокладки УПП – уплотнительные ленты из пенополиуретана, пропитанного синтетическими смолами для придания гидрофобности.

Пастоэластичные мастики. К этой группе герметиков относят мастики, изготовленные на основе полиизобутилена. Они абсолютно влаго-, паро- и воздухонепроницаемы, атмосферостойки, эластичны, обладают хорошей адгезией к основанию.

Мастикку «Изол Г–М» изготавливают на основе резинобитумного вяжущего с добавлением полиизобутилена. Применяют как

в горячем виде (80–100 °С), так и в холодном с добавкой растворителя (бензина, зеленого масла и др.).

Мастика полиизобутиленовая строительная УМС–50 представляет собой густую вязкую массу. Обладает высокой адгезией к основанию, большим относительным удлинением и высокой пластичностью. Заполнение швов мастикой производится с помощью шприцев.

Твердеющие пасты и мастики представляют собой вязкотекучие, пастообразные составы, переходящие в резиноподобное состояние при добавке вулканизирующих или отверждающих веществ. К герметикам этой группы относят тиоколовые герметики, мастику «Полиэф», пенополиуретановый герметик и мастики ЦПЛ–2.

Тиоколовые мастики (ГС–1, У–30М и др.) готовят непосредственно перед укладкой в уплотнительные швы. Работа по уплотнению швов должна производиться быстро, до отверждения массы.

Мастику «Полиэф» готовят на основе полиэфирной смолы. Она обладает хорошей адгезией к бетону, металлу, дереву, атмосферостойка, влаго- и газонепроницаема.

Для изготовления пенополиуретанового герметика используют пенополиуретан, пропитанный синтетическими смолами. Композиция герметика напыляется на поверхность, где она вспенивается с увеличением в объеме в 8–10 раз и отверждается. Герметик стоек к действию кислот и масел, озона, бензина, обладает низкой теплопроводностью, хорошей адгезией.

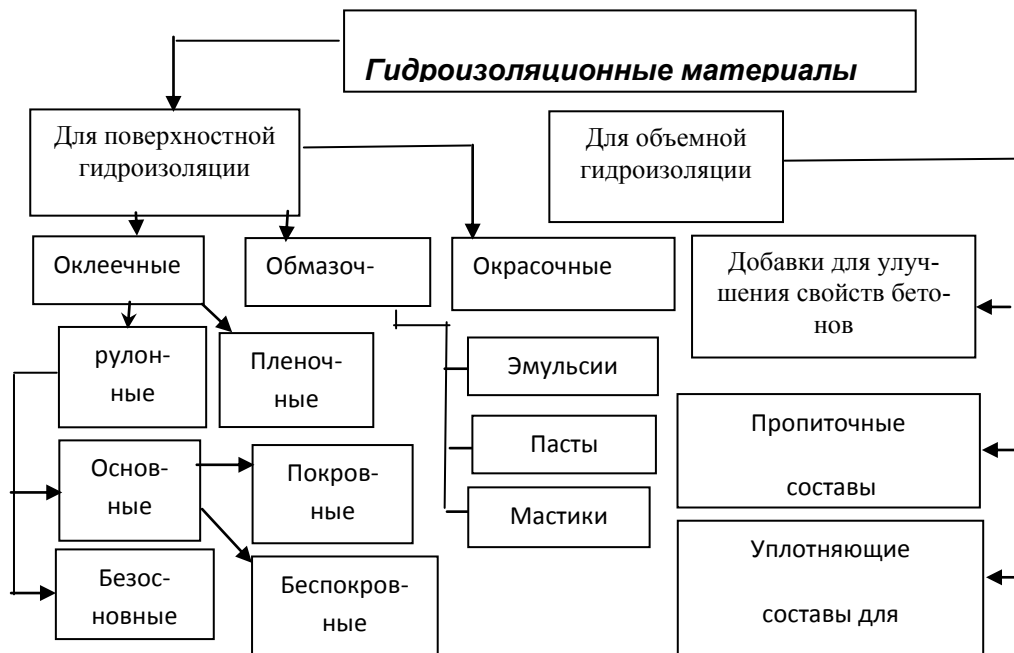




Рис. 9.1. Классификация гидроизоляционных материалов по способу применения

Глава 10 МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

1. Общие сведения о древесине

Древесина широко распространена по всему земному шару. В России произрастает пятая часть мировых запасов древесины. Запасы древесины, млрд. м³: Бразилия - 80; Россия - 40; Канада - 27; США - 23; Швеция - 2,5; Финляндия - 1,6. Около 2/3 запасов составляет хвойная древесина. На Балканах растет практически только лиственная древесина, преимущественно ценных пород.

Достоинства древесины: высокая прочность, малая плотность, низкая теплопроводность, легкость обработки, гигиеничность, самовосполняемость запасов.

Недостатки: анизотропия свойств, гигроскопичность, загниваемость, горючесть.

Качество древесины определяется породой дерева, его структурой и свойствами, общим состоянием и количеством пороков.

Область применения. Из древесины возводят деревянные конструкции, применяют для наружной и внутренней отделки, изготавливают композиционные материалы из отходов древесины (древесностружечные плиты ДСтП, цементностружечные плиты ЦСП, арболит, ксилолит и др.).

Особенно широко применяют *хвойную* древесину (сосна, лиственница, пихта, ель) при изготовлении несущих конструкций (фермы, балки, сваи, пролетные строения мостов, опалубка).

Твердые лиственные породы (дуб, бук, ясень) используются для изготовления мелких деталей - шпонок, нагелей и как отделочный материал в виде шпона, декоративной фанеры.

При переработке более половины древесины (до 60%) идет в отходы. Отходы используют при изготовлении: древесных плит, бумаги, спиртов, кислоты и т.д.

Мировая тенденция заключается в увеличении масштабов использования древесины, экономному и эффективному при-

менению древесины в строительстве, более полному использованию отходов и низкокачественной древесины путем их комплексной переработки с применением достижений современной химии.

Перспективные направления: защита деревянных конструкций от гниения и возгорания; клееные деревянные конструкции; древесные плиты, пластики, фанера; химическая переработка отходов (бумага, спирты, кормовые добавки для скота).

Для эффективного использования древесины необходимо знание ее свойств, методов рационального применения, средств и способов защиты.

Строение древесины.

Макроструктура (видимая «невооруженным» глазом): 1 - кора, 2 - луб, 3 - камбий, 4 - заболонь, 5 - ядро, 6 – сердцевина (рис. 10.1).

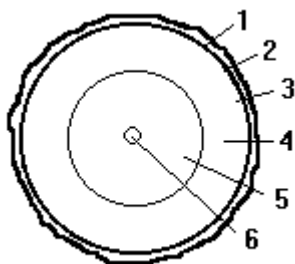


Рис. 10.1. Поперечный срез
ствола дерева

На поперечном срезе древесины просматриваются годовые кольца, которые состоят из светлой и темной полос (ранняя и поздняя древесина).

Основное вещество древесины – это целлюлоза (50%), а также лигнин (25%) и гемицеллюлозы (25%).

Древесные породы: *ядровые* - дуб, сосна, кедр, лиственница, ясень; *спелодревесные* (не отличаются по цвету ядро и заболонь) - ель, пихта, бук, осина; *заболонные* - береза, клен, ольха, липа.

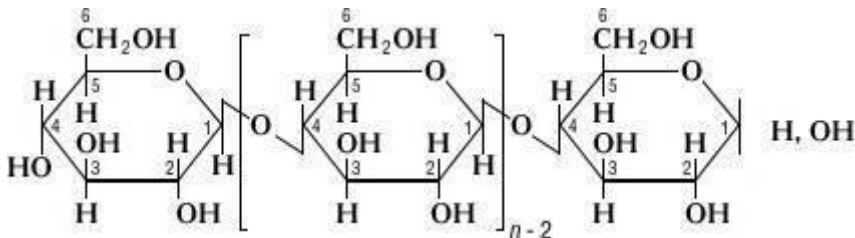


Рис. 10.2. Целлюлоза

Микроструктура древесины (видна под микроскопом) - это клетки трубчатой формы (проводящие клетки, сердцевинные лучи).

2. Свойства древесины

Для правильного определения области применения древесины в строительстве необходимо знать ее свойства.

Физические свойства:

1. *Плотность* - 400-700 кг/м³ (пихта 390, сосна 540, лиственница 790). Истинная плотность - 1,54 г/см³. Плотность, определенную при конкретной влажности древесины, принято пересчитывать при стандартной 12%-ной влажности древесины

$$\rho_{12\%} = \rho_w [1 + 0,01 (1 - K_0) (12 - W)], \quad (10.1)$$

где $K_0 = 0,6$ (береза, дуб, бук, лиственница) и $K_0 = 0,5$ (осина, сосна, ель).

2. *Гигроскопичность*. Предел гигроскопичности (предел насыщения волокон) 30%.

3. *Влажность W*. Свежесрубленная имеет влажность 50-100%; воздушно-сухая - 15-20%; комнатно-сухая - 8-12%. Вода в древесине вызывает снижение ее прочности, деформации набухания, достигающие 6% (в радиальной

плоскости) и 12% (в тангенциальной плоскости).

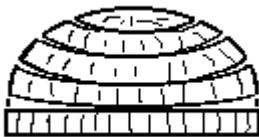


Рис. 10.3. Коробление
досок

При высушивании древесины наблюдается усушка и коробление: вдоль волокон - 0,1%; в радиальной плоскости - 3-6%; тангенциальной - 6-12%.

4. *Теплопроводность* сухой древесины поперек волокон 0,17 Вт/м °К. Влажность определяют высушиванием или с помощью электровлагомеров. Диапазон измерения влажности древесины электровлагомером (ЭВ-2М) составляет от 7 до 30%.
5. *Стойкость* древесины, особенно хвойных пород, весьма высока (растворы солей, щелочей, органические и минеральные слабые кислоты). Плохо сохраняется древесина в морской воде. Разрушают ее и концентрированные растворы минеральных кислот (азотная в любой концентрации). Наиболее стойка в агрессивных средах смолистая древесина лиственницы.
6. *Цвет* древесины определяют дубильные вещества. Текстура (рисунок на поверхности) весьма разнообразна. Древесина, в отличие от других строительных материалов, имеет приятный душистый запах (смолы, эфирные масла).
Механические свойства.

Прочность древесины максимальна при нулевой влажности и быстро снижается с ростом влажности до предела гигроскопичности (рис. 10.4).

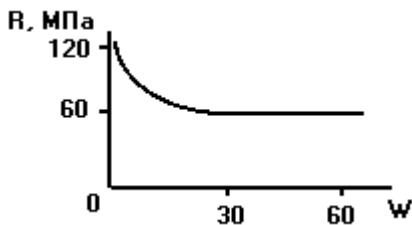


Рис. 10.4. Влияние влажности древесины (W) на ее прочность при статическом изгибе (R_f)

Показатели прочности древесины также пересчитывают на стандартную влажность:

$$\sigma_{12\%} = \sigma_w [1 + \alpha (W - 12)], \quad (10.2)$$

где $\alpha = 0,04$ - для сжатия и изгиба, $\alpha = 0,03$ - скалывание.

Прочность древесины при сжатии: вдоль волокон - 50 МПа; поперек - 20 МПа. Прочность при изгибе - 100 МПа. При растяжении - 130 МПа (сталь - больше в 15 раз, стеклопластики - больше в 3 раза). Модуль упругости при изгибе - 10^4 МПа.

Сильно снижают прочность пороки древесины. Пороки: сучки (здоровые, загнившие, сросшиеся, несросшиеся); трещины (метиковые, морозные); пороки формы ствола (кривизна, закомелистость); пороки строения древесины (наклон волокон, двойная сердцевина); химические окраски; грибные поражения; червоточины; механические повреждения.

3. Методы повышения долговечности древесины

Известны факты длительного хранения древесины. Тысячелетия сохранялась древесина в гробницах фараонов и миллионы лет - в окаменевшем состоянии. Сухая древесина может служить очень долго. Для древесины опасно переменное увлажнение, вызывающее ее загнивание (рис. 10.5).

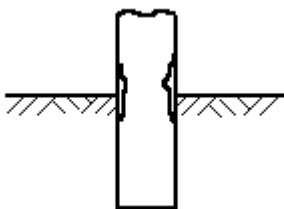


Рис. 10.5. Зона переменного увлажнения и загнивания столба

Химическая стойкость древесины весьма высока, известны случаи многолетней эксплуатации деревянных конструкций в агрессивных средах (лотки сточных вод, чаны, электролизные ванны). Наибольшую стойкость и долговечность в таких условиях показывает лиственница.

Сушка древесины: естественная сушка (штабельная укладка с защитой торцов - известь, клей, соль) от 2-3 месяцев до 1,5 лет (W - 15%); искусственная сушка - до 6-10%. Сушильные камеры непрерывного и периодического действия: пар ($70-80^{\circ}$), горячий воздух ($50-60^{\circ}$). Аэродинамические сушилки. Продолжительность сушки в таких камерах составляет 3-6 суток.

Существуют и более скоростные способы сушки древесины. Контактная сушка шпона в прессе. Сушка древесины токами высокой частоты. Скоростная сушка в петролатуме (8-12 часов, $t = 130^{\circ}\text{C}$). Сушка древесины токами высокой частоты и скоростная сушка наиболее качественны, но дороги.

Защита от гниения. Гниение древесины – это разложение целлюлозы на глюкозу, увлажнение и деструктивные изменения древесины. При влажности древесины 18-20% - в ней начинают развиваться споры лесных, складских или домовых грибов.

Существуют простые меры защиты древесины от загнивания: сушка, вентиляция, предохранение от увлажнения. При необходимости могут применяться и более эффективные способы защиты.

Антисептики (в Древнем Риме - нефть, битум): *водорастворимые*: фторид натрия NaF ; кремнефторид натрия Na_2SiF_6 ; борная кислота и бура техническая; пентахлорфенолят натрия (органический)[ограниченное применение]; *маслянистые*: антраценовое масло (при перегонке каменного угля); сланцевое масло; креозотовое масло (при дистилляции каменноугольного дегтя).

Способы антисептирования: поверхностная обработка (антисептирующие пасты); горяче-холодные ванны; автоклавная (под давлением до 1,5 МПа); модифицирование синтетическими полимерами.

Предохранение от возгорания. Температура воспламенения древесины 250-300° (самовоспламенение при 350°). Длительный нагрев древесины при 120-150° может также привести к ее самовоспламенению.

Для испытаний на огнестойкость изготавливают образцы 30х60х150 мм. Если при огневых испытаниях потеря массы образцов не превышает 9% - то это трудносгораемый материал, меньше 20% - трудновоспламеняемый.

Конструктивные меры защиты от возгорания: удаление от источника тепла; негорючие перегородки (брандмауэры); покрытие асбестом, штукатуркой (что применялось еще в крепостях Древнего Рима).

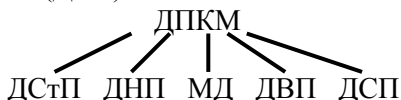
Эффективны и огнезащитные краски (жидкое стекло, мел, песок, красители). Для огнезащиты применяются также лаки и краски на полимерной основе (меламино-мочевинно-формальдегидные смолы).

Антипирены: фосфаты и сульфаты аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_3$ (разлагаются с выделением серной или фосфорной кислоты с обугливанием древесины); бура (борно-натриевая соль) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - выделяются пары воды; вспучивающиеся покрытия (на основе фурановых соединений, полимерсиликатов).

4. Модифицированная древесина

Под модифицированием древесины понимается пропитка заготовок жидкими олигомерами или мономерами с последующим отверждением в порах древесины. При этом между полимером-модификатором и древесиной образуются химические, физико-химические и механические связи. Модифицированная древесина является композиционным древесно-полимерным материалом, обладающим свойствами и древесины, и полимера.

Помимо модифицированной древесины (МД), в группу древесно-полимерных композиционных материалов (ДПКМ) входят: древесностружечные плиты (ДСтП), древесно-наполненные пластмассы (ДНП), древесноволокнистые плиты (ДВП), древесно-слоистые пластики (ДСП):



Модификаторы: стирол; метилметакрилат; фенолоформальдегидные и карбамидные смолы; фурановые соединения.

Достоинства и недостатки полимеров-модификаторов:

Достоинства:

- прочность (до 600 МПа);

- химическая стойкость;

- гидрофобность;

- водостойкость;

- износостойкость.

Недостатки:

- ползучесть под нагрузкой;

- выделение вредных веществ при пропитке и эксплуатации;

- дефицитность;

- высокая стоимость.

Свойства модифицированной древесины:

- прочность;

- износостойкость;

- формостабильность;

- малое набухание и водопоглощение;

- химическая стойкость.

Модифицированию в основном подвергается древесина малоценных лиственных пород: береза, осина, ольха, тополь.

Известны четыре направления модифицирования древесины:

1. Химическое - обработка аммиаком, уксусным ангидридом, изменяющих структуру клеточных стенок древесины.
2. Термохимическое - пропитка синтетическими олигомерами и мономерами с последующей термообработкой.
3. Радиационно-химическое - пропитка мономерами с последующим облучением гамма-лучами.
4. Термомеханическое - термообработка с последующим прессованием.

Применение модифицированной древесины

Первые опыты по модифицированию древесины полимерами проведены еще в начале XX века. В 30-е годы Германия и США широко использовали модифицированную древесину в авиастроении и электротехнике. В настоящее время модифицированная древесина производится в США, Канаде, Германии, Англии, Польше, Финляндии, Японии, России. Только в США работает 160 фирм, производящих изделия из модифицированной древесины.

Сферы ее применения: строительство, машиностроение, металлообработка, деревообрабатывающая промышленность, легкая промышленность, горнодобывающая промышленность, транспорт, энергетика, археология.

1. Строительство.

Лицевое покрытие пола (паркет). Лигнамон – древесина, пропитанная аммиаком и подвергнутая горячему прессованию. Радиационно модифицированная древесина (модификаторы стирол, метилметакрилат). В США красный дуб модифицируют полимерами. Финляндия, Япония, Польша, Австрия - паркет общественных зданий (спортзалы, танцзалы, выставки, магазины, школы, казармы, театры, аэропорты). Стоимость паркета из модифицированной древесины втрое выше натурального. Но зато он износостоек, водостоек, декоративен, имеет малые эксплуатационные расходы (не нуждается в циклевке, натирке мастикой, лакировке). Из модифицированной древесины изготавливают также решетчатые полы для животноводческих ферм. В

Польше – полы железнодорожных вагонов из модифицированной стиролом древесины (*лигномер*).

2. Строительные детали и конструкции.

Модифицированную полимерами (модификатор фенолоспирты) применяют в конструкциях градирен, бункеров, складов минеральных удобрений. Модифицированная древесина работает в агрессивных средах химических производств. Из нее изготавливают лестничные ступени, поручни, перила (США, Россия), опалубку (Польша), скамейки в парках и на стадионах (Белоруссия, Украина), встроенную мебель и столярно-строительные изделия (США).

3. Деревообрабатывающая промышленность.

Мебель. *Лигнамон* - стулья, кресла, столики. Облицовка мебели под дуб, орех и др. Гнутые детали.

Прочие детали. Обода колес, шары для шаровых мельниц, модели судов, гардеробные вешалки, мебельная фурнитура, снеговые щиты, виноградные шпалеры, столбы, опоры электропередач, тара, ручки слесарных инструментов.

4. Археология.

Для снижения усушки и повышения формостабильности, сохранения археологических находок. Пропитка фенолоспиртами и полиэтиленгликолем - морские суда (США, Швеция), деревянные постройки (Россия).

В технологии модифицирования наибольшее распространение получили *термохимическое и радиационно-химическое модифицирование древесины*. Сущность которого заключается в пропитке мономерами и олигомерами с последующей полимеризацией или поликонденсацией. В результате образуется наполненная полимерами древесина или древесно-полимерный композиционный материал (ДПКМ).

Модифицированная древесина в разных странах выпускается под фирменными названиями: *лигномер* (Польша), *импрег* или древесно-пластмассовый материал ДПМ (США), модифицированная древесина или ДПКМ (Россия).

При модифицировании улучшаются свойства древесины:

1. Повышается формостабильность за счет образования полимера в клеточных стенках древесины (в набухшем при пропитке состоянии).
2. Повышается прочность за счет заполнения высокопрочным полимером полостей клеток.

Для оценки степени пропитки древесины полимерами применяется сравнительный параметр $\rho_m = m / V$. Степень наполнения древесины полимером:

$$S = (\rho_m^{\text{mod}} - \rho_m^{\text{nat}}) / \rho_m^{\text{nat}}. \quad (10.3)$$

Модификаторы древесины (береза, осина, ольха):

Радиационно-химический способ:

Акрилонитрил (АН)
 Винацетат (ВА)
 Метилметакрилат (ММА)
 Стирол
 Полиэфирные смолы
 (ненасыщенные)

Термохимический способ:

Глифталевые смолы
 Карбамидные
 Фенолоспирты (ФС)
 Фурановые смолы (ФрС)
 Эпоксидные смолы (ЭС)

В клеточные стенки древесины легко проникают фенолоспирты, фурановые смолы, труднее акрилонитрил, стирол, ММА.

В качестве пластификаторов при пропитке используют дибутилфталат, диэтиленгликоль.

Табл. 10.1 Свойства полимеров-модификаторов

Полимер	ρ_m кг/м ³	R_c МПа	R_b МПа	η , кДж/м ²
ПММА	1200	70	99-121	13-15
ПСт	1050	80-100	80-100	1,5-22
ПЭфир	1100-1500	80-140	25-130	2-15
ПФС	1250-1380	140-200	50-100	10-20
ПФрС	1250-1450	~ 120	50	4
ПЭ С	1160-1250	100-240	70-140	5-40

Технология модифицирования состоит из двух стадий: первая стадия - пропитка; вторая стадия - отверждение.

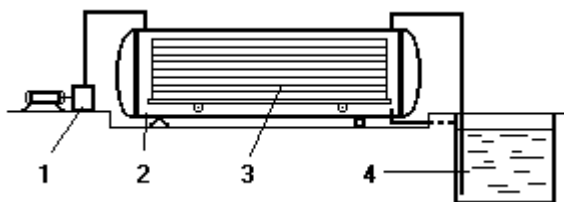


Рис. 10.6. Пропиточная установка:

- 1 – вакуум-насос; 2 – автоклав;
3 – пакет заготовок; 4 – расходная
емкость

Пропитка заготовок проводится обычно в автоклавах. По способу «вакуум - атмосферное давление», «вакуум – избыточное давление» или «вакуум - давление – вакуум». Давление может создаваться посредством инертных газов (азота).

Отверждение модификатора: термохимическое или радиационно-химическое. Процесс образования полимера в капиллярах древесины происходит под действием нагрева (или γ -излучения) с использованием инициаторов твердения.

Достоинства термохимического способа: не требуется больших капиталовложений; не нужны специальные меры защиты; применимость при малых мощностях; более широкий ассортимент пропиточных веществ.

Инициаторы твердения при повышении температуры разлагаются и образуют активные центры полимеризации (для стирола, ММА, ненасыщенных полиэфиров). Количество инициатора - 0,1-2 % от массы мономера.

Температура разложения инициаторов (для полимеризации): перекись бензола - 70° , гидроперекись изопропилбензола - 100° .

Внешний подвод энергии к пропитанной древесине осуществляется только в начальный период процесса. Максимальная температура не более 100° (максимум 150°) для исключения кипения модификаторов и влаги в древесине.

Отверждение модификатора ведется в закрытых емкостях или в жидкой вязкой среде (парафиновое масло или глицерин).

Поликонденсационные полимеры отверждают путем нагрева, возможно также применение катализаторов (бензосульфокислота). Тепловая обработка пропитанных заготовок производится в две стадии: подсушка при $60-70^{\circ}\text{C}$; окончательная термообработка при $120-150^{\circ}$.

Радиационно-химическое отверждение, в отличие от термохимического, требует сложного оборудования. Достоинства радиационно-химического метода: не нужны инициаторы отверждения; возможность многократного использования мономеров; простота управления процессом. В качестве источника излучения обычно применяется Co^{60} .

Свойства модифицированной древесины.

Физико-механические свойства.

Модифицированная древесина - материал с заранее заданными свойствами. Поэтому при желании заказчика можно изготовить модифицированные изделия с требуемым набором свойств.

При ацетилировании и обработке аммиаком свойства древесины изменяются в наименьшей степени: увеличивается плотность до 800 кг/м^3 ; возрастает в 1,5 раза прочность при сжатии; древесина темнеет.

Обработанная аммиаком и прессованная древесина (лигнамон) уплотняется в большей степени: $\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$; прочность при сжатии поперек волокон возрастает почти на порядок; прочность при сжатии вдоль волокон $R_c = 180 \text{ МПа}$ (у натуральной древесины 70 МПа).

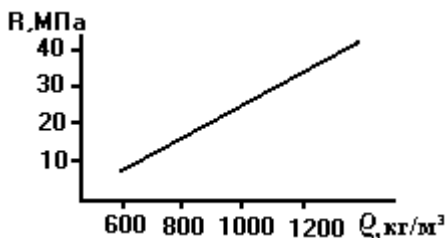


Рис. 10.7. Зависимость прочности при сжатии от плотности древесины

При модифицировании повышается и износостойкость древесины поперек волокон: береза (лигнамон) 12% потеря массы; дуб натуральный 22%, бук 21%.

В 2-3 раза увеличивается стойкость к загниванию. Лигнамон нетоксичен, горюч.

Модифицированная полимерами древесина ДПК характеризуется следующими свойствами: окраска - коричневая - фенолоспирты; объемное разбухание снижается с 15% до 3-4%; прочность увеличивается в 4-6 раз (кроме прочности при статическом изгибе и скалывании вдоль волокон - они в 1,5 раза); ударная вязкость может даже снижаться с 70 до 40 кДж/м², т.к. большинство модификаторов обладают пониженной прочностью к ударным воздействиям; для повышения деформативности в них вводят пластификаторы; износостойкость ДПК в 2-3 раза выше, чем у натурального дуба; повышенная стойкость и долговечность в агрессивных средах (морской воде, растворах минеральных удобрений, растворах кислот, щелочей).

Огнестойкость.

Модифицированная древесина приобретает также огнестойкость. Натуральная древесина в муфельной печи при 500° загорается через 1-1,5 мин и сгорает за 5 мин. Модифицированная древесина (ФС) загорается через 9 мин и горит 8 мин.

Огнезащитные свойства модифицированной древесины зависят от пропитывающих полимеров. Например, для древесины, модифицированной ММА, огнезащитными добавками являются акриловая кислота (тормозит окислительные реакции) и мочевины (способствует самозатуханию). При огневых испытаниях самостоятельное горение отсутствовало, потеря массы - 4,4 %.

Биостойкость.

Полимер, заполняющий полости древесины, способствует повышению ее биостойкости. Уже при 5%-ном содержании фенолоспиртов модифицированная древесина приобретает практически абсолютную стойкость к дереворазрушающим грибам. Это объясняется действием фенола и затруднением проникания мицелия вглубь древесины. После двух месяцев выдержки образцов на культуре пленочного домового гриба древесина, мо-

дифицированная фенолоспиртами и карбамидной смолой, потеряла в массе 2-3 %, непитанная - 16-23 %.

Химическая стойкость.

Повышенная химическая стойкость модифицированной древесины объясняется замедленной диффузией агрессивного агента в древесину (кольматирующее - закупоривающее действие полимера); повышенной стойкостью полимера.

Прочность при сжатии модифицированной древесины (ФС) в 10%-ной серной кислоте снижается в 1,3 раза, натуральной - в 4 раза. Повышенной стойкостью отличается модифицированная древесина и в растворах солей и щелочей. Модифицированную древесину предпочтительно применять в особо тяжелых условиях эксплуатации.

Атмосферостойкость.

Замедленная диффузия влаги в модифицированной древесине и пониженный уровень влажности обуславливает ее повышенную атмосферостойкость и формостабильность.

На открытом воздухе влажность натуральной древесины в течение года менялась от до 23%, модифицированной - 5-8 %. Таким образом, влажностные деформации и напряжение в модифицированной древесине оказались в 4-5 раз меньше, чем у натуральной.

При циклическом характере атмосферных воздействий происходит разрушение связей модификатора и древесины и общее ослабление материала. Это объясняется повышенной жесткостью полимеров. Улучшают стойкость к циклическим воздействиям добавки пластификаторов - ПВА, латексы, промышленные полимерсодержащие отходы (сланцевые смолы, на-трия, лактанное масло, нейрозин ?). Отходы коксохимии.

Для обшивки градирен, вагонов, сиденья трибун и т.д., а также для реставрации памятников старины.

Модифицирование древесины серой.

Помимо различных полимеров для пропитки древесины применяют серу. Запасы серы значительны, ее получают при переработке нефти, попутных газов, угля, цветных металлов. Кроме того, имеются серные месторождения в Астрахани, По-

волжье, Средней Азии. Годовой выпуск серы составляет около 10 млн. т.

Древесину пропитывают в расплаве серы при температуре 120-160°. Древесина приобретает прочность и стойкость к агрессивным средам.

Первые опыты по пропитке древесины серой начаты в 1984 г. В 1932 г. в США запатентован способ пропитки древесины серой с добавлением хлордифенилов для повышения огнестойкости.

Технология пропитки в расплаве серы (рис. 10.8).

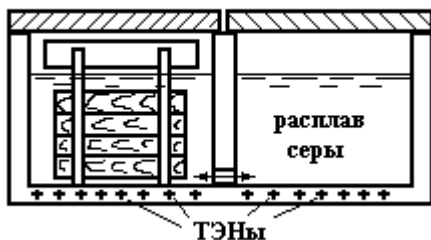


Рис. 10.8. Двухкамерная «горяче-холодная» ванна

Прогрев 1,5-2 ч, пропитка в «холодной» ванне 0,5 ч. Цикл пропитки 2,5 ч. Поглощение серы около 40 %.

Свойства: прочность при изгибе возрастает на 20 %, разбухание и водопоглощение снижается в 1,5-2 раза; при 50%-ном содержании серы древесина становится полностью биостойкой; повышается стойкость в кислотах и щелочах.

Область применения: столярно-строительные изделия (оконные блоки, дверные блоки). Пропитка фанеры.

5. Строительные изделия из древесины

Лесоматериалы: кряжи (диаметром более 20 см); бревна (12-20 см, длина бревен 3-6,5 м); подтоварник (8-11 см); жерди (3-7 см).



Рис. 10.9. Сортимент пиломатериалов

Хвойные пиломатериалы поставляются длиной 1-6,5 м (через 0,25 м): отборные, 1-4 сортов.

Лиственные пиломатериалы - 0,5-6,5 м (через 0,5 м): 1-3 сортов.

Изделия из древесины: доски (шпунтованные, фальцованные, фрезерованные (плинтус, наличники); паркет (обыкновенный, щитовой из древесины дуба, бука, ясеня, березы); столярно-строительные изделия (оконные и дверные блоки, подоконники); фанера (лущение шпона, сушка, склеивание); древесно-слоистые пластики (прочность 150-280 МПа); клееные деревянные конструкции (балки, фермы, арки, рамы, прогоны); ограждающие конструкции домов заводского изготовления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Байер В. Е. Материаловедение для архитекторов, реставраторов, дизайнеров : учеб. пособие для вузов / В. Е. Байер. – СПб. : Астрель ; АСТ ; Транзиткнига, 2004. – 251 с.
2. Байер В. Е. Строительные материалы : учеб. для вузов / В. Е. Байер. – М. : Архитектура-С, 2004. – 238 с.
3. Барташевич А. А. Материаловедение : учеб. пособие для проф.-техн. училищ / А. А. Барташевич, Л. М. Бахар. – Минск : ТЕХНОПРИНТ, 2002. – 244 с.
4. Богодухов С. И. Курс материаловедения в вопросах и ответах : учеб. пособие для вузов / С. И. Богодухов, В. Ф. Гребенюк, А. В. Синюхин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Машиностроение, 2005. – 288 с.
5. Горбунов Г. И. Основы строительного материаловедения (состав, химические связи, структура и свойства строительных материалов) : учеб. пособие для вузов / Г. И. Горбунов. – М. : Ассоц. строит. вузов, 2002. – 168 с.
6. Горчаков Г. И. Строительные материалы : учеб. для строит. спец. вузов / Г. И. Горчаков, Ю. М. Баженов. – М. : Стройиздат, 1986. – 381 с.
7. Завадский В. Ф. Строительные материалы и изделия для ремонта зданий и сооружений : учеб. пособие / В. Ф. Завадский, А. С. Денисов ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Новосибирск, 2000. – 70 с.
8. Киреева Ю. И. Строительные материалы : учеб. пособие для вузов по строит. спец. / Ю. И. Киреева. – Минск : Новое Знание, 2005. – 400 с.
9. Клюковский Г. И. Лабораторный практикум по общей технологии строительных материалов : учеб. пособие для техникумов / Г. И. Клюковский, Г. Г. Ульянова. – М. : Высш. шк., 1982. – 208 с.

10. Козлов Ю. С. Материаловедение : учеб. пособие для техн. спец. сред. учеб. заведений / Ю. С. Козлов. – М. ; СПб. : АГАР : Лань, 1999. – 181 с.
11. Комар А. Г. Строительные материалы и изделия : учеб. для вузов / А. Г. Комар. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1988. – 527 с.
12. Лабораторный практикум по строительным материалам : учеб. пособие для вузов / А. М. Гридчин [и др.]. – Белгород, 2001. – 224 с.
13. Мартынов К. Я. Материаловедение : учеб. пособие / К. Я. Мартынов, Н. А. Машкин, Г. С. Юрьев ; – Новосибирск, 2001. – 180 с.
14. Материаловедение: практикум / В. И. Городниченко [и др.]; под ред. С. В. Ржевской. – М.: Логос, 2004. – 271 с.
15. Материаловедение : метод. указания / М. В. Балахнин, О. А. Игнатова, С. А. Иноземцева. – Новосибирск, 1996. – 33 с.
16. Материаловедение: природные и обжиговые строительные материалы : учеб. пособие / В. Ф. Завадский [и др.] ; – Новосибирск: НГАСУ, 2000. – 88 с.
17. Материаловедение : учеб. для вузов / Б. Н. Арзамасов [и др.] ; под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. – 4-е изд., стер. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 648 с.
18. Наназашвили И. Х. Строительные материалы и изделия : справ. пособие / И. Х. Наназашвили, И. Ф. Бунькин, В. И. Наназашвили. – М. : Аделант, 2005. – 479 с.

19. Основин В. Н. Справочник по строительным материалам и изделиям / В. Н. Основин, Л. В. Шуляков, Д. С. Дубяго. – 2-е изд. – Ростов н/Д : Феникс, 2006. – 443 с.
20. Попов К. Н. Строительные материалы и изделия : учеб. / К. Н. Попов, М. Б. Каддо. – М. : Высш. шк., 2002. – 368 с.
21. Попов Л. Н. Лабораторные работы по дисциплине «Строительные материалы и изделия» : учеб. пособие / Л. Н. Попов, Н. Л. Попов. – М. : ИНФРА-М, 2003. – 224 с.
22. Ржевская С. В. Материаловедение : учеб. для вузов / С. В. Ржевская. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2004. – 422 с.
23. Рыбьев И. А. Строительное материаловедение : учеб. пособие для вузов / И. А. Рыбьев. – М. : Высш. шк., 2002. – 702 с.
24. Строительные материалы (Материаловедение. Строительные материалы) : учеб. для вузов / В. Г. Микульский [и др.] ; под ред. В. Г. Микульского. – М. : Ассоц. строит. вузов, 2004. – 536 с.
25. Физико-химические методы исследования строительных материалов : метод. указания / Н. И. Тюленева. – Новосибирск, 1999. – 24 с.
26. Физико-химические основы строительного материаловедения : учеб. пособие / Г. Г. Волокитин [и др.] ; под общ. ред. Г. Г. Волокитина, Э. В. Козлова. – М. : Ассоц. строит. вузов, 2004. – 192 с.
27. Воробьев В.А., Комар Л.Г. Строительные материалы.– М.: Стройиздат, 1976.– 476 с.
28. Микульский Ф.В., Гаргенов В.И., Козлов В.В. Строительные материалы. Учебник для строительных специальностей вузов.– М.: Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2004.– 531 с.

29. Микульский В.Г., Горчаков Г.И., Козлов В.В., Куприянов В.Н., Оrentлихер Л.П., Рахимов Р.З., Сахаров Г.П., Хрулев В.М. Строительные материалы (Материаловедение. Строительные материалы).– М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007.– 519 с.
30. Хрулев В.М., Машкин Н.А., Дорофеев Н.С. Модифицированная древесина и ее применение.– Кемерово: Кем. кн. изд-во, 1988.– 120 с.
31. Материаловедение. Учебное пособие /под ред. Н.А. Машкина – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2010. – 104 с.
32. Химия6 учеб. пособие (специальные разделы для направления «Строительство»)/под ред. Г.И. Бердова – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2011.- 184 с.