

Министерство сельского хозяйства РФ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра маркетинга, коммерции и товароведения

ТОВАРОВЕДЕНИЕ И ЭКСПЕРТИЗА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рекомендовано УМО по товароведению и экспертизе товаров (область применения: товароведная оценка качества товаров на этапах товародвижения, хранения и реализации) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 080401 «Товароведение и экспертиза товаров (по областям применения)»

ЧАСТЬ 1



Мичуринск-наукогра РФ
2007

УДК
ББК
Т50

Учебное пособие составлено канд. с.-х.н., доцентом кафедры маркетинга, коммерции и товароведения **А.Б. Конобеевой**, под ред. к.- х.н., доцента каф. химии **А.В. Кострикина**

Рецензент:

доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией технических средств для послеуборочных технологий
Всероссийского НИИ им. И.В. Мичурина **А.С. Ильинский**

Т50 **Товароведение и экспертиза строительных материалов :**
Учебное пособие Часть 1. / Авт. сост. А.Б. Конобеева под ред.
А.В. Кострикина.– Мичуринск : Изд-во МичГАУ, 2007. – 338 с.

ISBN 978-5-94664-131-9

Единые учебные пособия по товароведению строительных материалов, адаптированные для студентов, обучающихся по специальностям 080401 - «Товароведение и экспертиза потребительских товаров» и 080301 - «Коммерция», отсутствуют. Предлагаемое учебное пособие позволит студентам лучше понять и усвоить основные понятия и учения о строительных материалах и изделиях из них, отражённые в программе курса.

Курс «Товароведение и экспертиза строительных материалов», в котором изучаются закономерности, определяющие строение и свойства материалов в зависимости от их состава и технологического режима производства, является одним из основных в цикле дисциплин.

Рассмотрены классификация, ассортимент, отличительные особенности, свойства, методы и условия определения свойств строительных материалов.

Учебное пособие написано в соответствии с программой курса «Товароведение и экспертиза строительных материалов» для высших учебных заведений. Часть 1 курса «Товароведение и экспертиза строительных материалов» включает природные и искусственные каменные материалы, керамические материалы и изделия, стекло и стеклокристаллические материалы, древесные, полимерные и металлические материалы и изделия, минеральные и органические вяжущие вещества, лакокрасочные материалы, применяемые в строительстве.

Для студентов очной и дистанционной форм обучения по специальностям – 080401 - «Товароведение и экспертиза потребительских товаров», 080301 - «Коммерция» высших учебных заведений.

ISBN 978-5-94664-131-9

ББК

©Издательство Мичуринского государственного аграрного университета, 2007

Предисловие

Настоящее пособие составлено в соответствии с Государственным образовательным стандартом и учебной программой курса «Товароведение и экспертиза строительных материалов».

Содержание пособия охватывает все важнейшие строительные материалы как в части их свойств и назначения, так и вопросы технологии их получения, использования в производстве строительных материалов и изделий из них в строительстве в целом. Учебный материал отражает современные представления и уровень развития науки и техники в области производства строительных материалов и изделий.

Структура материала пособия обусловлена принятой классификацией строительных материалов, что позволяет выявить общие закономерности формирования их физико-технических свойств. В данном учебном пособии обеспечиваются межпредметные связи, соблюдается непрерывность математической, экономической и природоохранной подготовки.

При изучении теоретической части курса наряду с настоящим пособием рекомендуется пользоваться учебной и научно-технической литературой, научно-технической документацией, в том числе СНиП (строительные правила и нормы), ГОСТ, указанных в библиографическом списке.

Автор выражает благодарность рецензентам – зав. лабораторией технических средств для послеуборочных технологий Всероссийского НИИ садоводства им. И.В. Мичурина, доктору технических наук, профессору А.С. Ильинскому; зав. кафедрой технологии переработки СХП Черкесского государственного аграрного университета, доктору технических наук, профессору И.И. Воронцову, замечания и рекомендации которых оказали ценную помощь при подготовке данного пособия к изданию.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
РАЗДЕЛ 1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА	10
1.1. Основные свойства строительных материалов.....	14
1.2. Основные потребительские свойства строительных материалов и изделий.....	38
РАЗДЕЛ 2. ДРЕВЕСНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ.....	42
2.1. Физические и механические свойства	43
2.2. Эстетические свойства	46
2.3. Потребительские свойства	47
2.4. Пороки древесины	49
2.5. Древесные материалы, применяемые в строительстве	53
2.6. Ассортимент древесных материалов и изделий	55
2.7. Требования к качеству лесоматериалов и изделий из них	66
2.8. Защита древесины от воздействий окружающей среды	69
РАЗДЕЛ 3. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ.....	70
3.1. Цветные металлы и их сплавы	72
3.2. Основы производства чугуна и стали	78
3.3. Свойства и обработка сталей	80
3.4. Производство металлических изделий	85
3.5. Требования к качеству металлических материалов и изделий. Маркировка, хранение, транспортировка	86
РАЗДЕЛ 4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ	89
4.1. Общие сведения, состав и свойства полимерных материалов..	89
4.2. Полимерные материалы для покрытия полов	93
4.3. Конструкционные и отделочные полимерные материалы	101
4.4. Санитарно-технические изделия	110
4.5.Кровельные материалы на основе пластических масс	111
4.6. Требования к качеству строительных материалов и изделий на основе полимеров. Упаковка, маркировка, транспортировка и хра- нение	113
РАЗДЕЛ 5. СТЕКЛО И СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	115
5. 1. Основы производства и свойства стекла	115
5.2.Классификация стекломатериалов	117

5.3. Строительные изделия из стекла.....	121
5.4. Требования к качеству материалов и изделий из стекла. Упаковка, транспортировка и хранение	128
РАЗДЕЛ 6. КЕРАМИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	130
6.1. Глина – сырьё для производства керамических материалов и изделий	131
6.2. Производство строительных керамических материалов и изделий	134
6.3. Классификация строительных керамических материалов и изделий	137
6.4. Требования к качеству. Упаковка, транспортировка и хранение	158
РАЗДЕЛ 7. ПРИРОДНЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА ..	165
7.1. Виды, классификация и потребительские свойства природных каменных материалов и изделий из них	166
7.2. Породообразующие минералы	173
7.3. Изверженные горные породы	175
7.4. Осадочные горные породы	180
7.5. Метаморфические горные породы	188
7.6. Горные работы и защита каменных материалов от разрушения.....	191
7.7. Транспортирование и хранение природных каменных материалов	192
РАЗДЕЛ 8. ИСКУССТВЕННЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ	192
8.1. Изделия на основе извести	193
8.2. Материалы и изделия из гипса	199
8.3. Асбестоцементные материалы и изделия	202
8.4. Изделия на основе портландцемента	206
8.5. Материалы на основе магнезиальных вяжущих веществ	207
РАЗДЕЛ 9. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА.....	209
9.1. Общие сведения и классификация	209
9.1.1. Воздушные вяжущие вещества	210
9.1.2. Гидравлические вяжущие вещества	222
9.2. Бетоны	246
9.2.1. Общие сведения и классификация	246
9.2.2. Материалы для тяжёлого бетона	248

9.2.3. Свойства бетонной смеси и бетона	255
9.2.4. Технология производства бетона	262
9.2.5. Лёгкие бетоны	264
9.3. Железобетон	271
9.3.1. Общие сведения и классификация	271
9.3.2. Способы производства железобетонных изделий	273
9.4. Строительные растворы и сухие растворные смеси	276
9.4.1. Общие сведения, свойства и классификация	276
9.4.2. Растворы для каменной кладки	281
9.4.3. Отделочные растворы	282
9.4.4. Специальные растворы	285
9.4.5. Растворы, модифицированные полимерами	286
9.5. Качество минеральных вяжущих веществ. Маркировка. Транспортирование и хранение.....	287
РАЗДЕЛ 10. ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА	291
10.1. Общие сведения	291
10.2. Битумные вяжущие вещества	293
10.3. Дёгтевые вяжущие вещества	300
10.4. Асфальтовые и дёгтевые растворы и бетоны	304
РАЗДЕЛ 11. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ЛКМ)	307
11.1. Общие сведения об ЛКМ	307
11.2. Пигменты и наполнители.....	309
11.3. Связующие вещества	318
11.4. Красочные составы	321
11.5. Подготовительные и вспомогательные малярные материалы.....	324
11.6. Применение ЛКМ	326
11.7. Особенности приёмки и оценки качества лакокрасочных то- варов	327
РАЗДЕЛ 12. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	329
РАЗДЕЛ 13. ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ	334
ЛИТЕРАТУРА	337

Введение

Производство строительных материалов и изделия – одно из самых мощных, прогрессивно развивающихся отраслей народного хозяйства России. Общим направлением развития подотраслей промышленности строительных материалов является расширение ассортимента, выпуск конкурентоспособной продукции, внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Такие строительные материалы отечественного производства, как известь, цемент, керамзит, ячеисто-бетонные блоки, кирпич керамический и силикатный, плитка керамическая, гипсокартонные листы, линолеум, стекло, рубероид, шифер, сборный железобетон и др. являются конкурентоспособными на строительном рынке. В промышленности строительных материалов существуют общие тенденции развития предприятий. Например, в цементной промышленности происходит совершенствование полного и подготовительного оборудования на основе энергонасыщенных технологических процессов. В производстве листового стекла происходит вытеснение вертикального вытягивания стекла флоатпроцессами. Данный способ является наиболее совершенным и высокопроизводительным, позволяет получать стекло с высоким качеством поверхности и обеспечивать снижение расхода топлива. Автоматизированный технологический комплекс по производству полированного стекла осуществляется способом термического формования на расплаве олова (способ «плавающей ленты») взамен систем вертикального вытягивания стекла.

В настоящее время осуществляется выпуск битумно-полимерных материалов на биостойкой (негниющей) основе (битумной черепицы) путем замены картонной основы стеклотканевой или синтетической.

Повышение качества строительных материалов и изделий – одна из главных задач промышленности строительных материалов.

Для регламентации качества промышленной продукции в России действует государственная система стандартизации и аттестации качества, основой которой являются объединенные достижения науки, техники и передового опыта. На каждый строительный материал и изделие имеются стандарты различных категорий - Государственный стандарт (ГОСТ) или технические условия (ТУ). Качество всех основных строительных материалов и изделий должно соответствовать требованиям данных стандартов, которые распространяются как на материальные предметы (продукцию, эталоны, образцы веществ), так и на методы испытаний, правила приемки, технические требования различного характера.

В зависимости от сферы действия и условий утверждения стандарты подразделяют на ряд категорий, основными из которых являются: государственный стандарт (ГОСТ), технические условия (ТУ) и строительные нормы и правила (СНиП).

Государственный стандарт (ГОСТ) - документ, в котором дается краткое описание материала и способа его изготовления, классификация, конкретно указаны форма, размеры, классы (марки) и сорта (если они имеются), технические показатели, правила приемки, упаковки, транспортирования и хранения, методы испытаний материала или изделия, которые иногда выделяются в отдельный ГОСТ. В обозначении ГОСТа дается два числа: первое обозначает порядковый номер материала, а второе после тире – год утверждения стандарта. Например, в ГОСТ 530-95 «Кирпич и камни керамические» или ГОСТ 376-95 «Силикатный кирпич и камни» цифры 530 и 376 обозначают порядковый номер соответственно керамического и силикатного кирпича, а цифра 95 – год утверждения ГОСТа – 1995. Нормативно-техническая документация периодически (не реже одного раза в 5 лет) пересматривается и обновляется. Основанием для пересмотра действующих документов являются совершенствование технологии и строительного производства, завершение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и экспериментальных работ, обобщение отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства, повышение требований к качеству материала. Новый ГОСТ имеет силу закона и отменяет действие старого ГОСТа.

Технические условия (ТУ) или отраслевые временные технические условия (ВТУ). Эти документы устанавливают комплекс требований к конкретным типам, маркам, артикулам продукции, которая не стандартизирована или ограниченно применяется. ТУ действуют в пределах ведомства или министерства и содержат правила приемки, методы испытаний и требования к качеству, форме, размерам и сортам выпускаемой продукции.

Строительные нормы и правила (СНиП). Кроме ГОСТов и ТУ строители пользуются также строительными нормами и правилами (СНиП). СНиП – это свод нормативных документов по проектированию, строительству и строительным материалам, обязательных для всех организаций и предприятий. ГОСТы разрабатываются преимущественно на строительные материалы и изделия массового изготовления, а СНиПы устанавливают требования ко всей строительной продукции. Оба комплекса нормативных документов по строительству – СНиП и ГОСТ – взаимно дополняют друг друга.

Эти документы регламентируют основные положения строительного проектирования, производства строительных работ и требования к строительным материалам и изделиям. СНиПы распространяются на все виды строительства и являются общеобязательными. По каждому виду строительных материалов и изделий даны требования по важнейшим физическим, механическим и другим свойствам, а также условия, области применения материалов, изделий и конструкций для строительства. Технические требования СНиП направлены на повышение качества и снижение стоимости строительства путем максимального использования эффективных материалов, изделий и конструкций.

При оценке качества большинства строительных материалов используют условные показатели – классы (марки) и сорта, которые устанавливаются по основной эксплуатационной характеристике или по комплексу важнейших свойств материала.

Так, для конструкционных материалов класс (марка) определяется по прочности на сжатие в МПа (кгс/м^2) (бетон, раствор, природные каменные материалы) или по совокупности показателей прочности на сжатие и изгиб (минеральные вяжущие, кирпич).

Сорт древесины устанавливают по допускаемым порокам; механическая прочность в определении сорта не учитывается.

Определение марки для теплоизоляционных материалов ведется по средней плотности в кг/м^3 , а для битумов – по комплексу главных свойств (температура размягчения, вязкость и др.).

Кроме основных показателей качества существуют специальные марки и классы, характеризующие какие-либо основные свойства материала, например морозостойкость, водонепроницаемость, теплопроводность.

Значение стандартизации огромно. Она является важнейшим стимулом совершенствования промышленных предприятий, определяет выпуск строительных материалов и изделий качеством не ниже обусловленного, что позволяет уже при проектировании создавать надежные и долговечные элементы и конструкции независимо от технологии изготовления материалов. Стандартизация способствует улучшению качества готовой продукции, повышению уровня унификации, взаимозаменяемости, а также автоматизации производственных процессов, росту эффективности ремонта изделий.

РАЗДЕЛ 1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА

Строительные материалы – материалы, которые в процессе применения или перед ним дозируются, перемешиваются, подвергаются обработке и используются в строительстве.

Строительные материалы делят на:

- сырьевые (известь, гипс, портландцемент, необработанная древесина и т.д.);
- материалы-полуфабрикаты (ДВП и ДСП, фанера, металлические профили, брусья и др.);
- материалы, готовые к применению (кирпич, облицовочная плитка, стеклоблоки и др.).

Строительные изделия - это продукция, имеющая законченную геометрическую форму. К группе строительных изделий относятся:

- столярные (оконные и дверные блоки, щитовой паркет и др.);
- скобяные (столярная фурнитура, замки, ручки и др.);
- электротехнические (розетки, выключатели, осветительная арматура и др.);
- санитарно-технические (мойки, раковины, ванны и др.) изделия
- детали строительных конструкций - бетонные и железобетонные стеновые блоки и панели, фундаментные плиты и блоки, колонны, плиты перекрытий и т.д.

Более сложные элементы – фермы, рамы, арки, лестничные марши и т.п. относят к группе конструкций.

Строительные товары классифицируют по назначению, происхождению и виду сырья, способу получения, структуре, окраске, отделке, размеру, наименованию, марке.

По назначению строительные товары делят на следующие группы изделий:

- вяжущие;
- стеновые и конструкционные;
- крепежные;
- кровельные;
- тепло- и звукоизоляционные;
- для остекления;
- облицовочные и отделочные;
- для пола;
- санитарно-технические.

По происхождению различают:

- природные;
- искусственные и синтетические;

- минеральные и органические.

По химической природе:

- органические (древесина, битум, пластмассы) материалы; горючи;
- минеральные (природный камень, керамика, строительный раствор, асбестоцемент и т.п.); не горючи;
- металлы (сталь, алюминий, медь); хорошо проводят электрический ток и тепло.

По технологическому признаку материалы делятся на следующие группы:

- изготавливаемые механической обработкой природного сырья (изделия из древесины и природные каменные материалы);
- получаемые обжигом минерального сырья (неорганические вяжущие вещества, строительная керамика, стекло);
- изготавливаемые на основе неорганических вяжущих веществ (строительный раствор, гипсовые и силикатные изделия);
- получаемые в результате химической переработки органического сырья (синтетические смолы, растворители, олифа, битум);
- изготавливаемые технологической переработкой органических вяжущих веществ (строительные пластмассы, мастики, клеи).

По виду основного исходного сырья ассортимент строительных товаров подразделяют на:

- минеральные вяжущие вещества;
- изделия на основе минеральных вяжущих веществ;
- материалы и изделия из керамики, стекла, металлов, древесины, бумаги и пластических масс.

По виду сырья и способу получения:

- природные каменные материалы;
- минеральные вяжущие материалы;
- материалы на основе вяжущих (безобжиговые);
- керамические (обжиговые);
- металлические материалы;
- материалы из стекла и ситалла;
- древесные материалы;
- битуминозные;
- полимерные материалы.

По структуре строительные материалы могут быть:

- рыхлыми;
- плотными;

- пустотелыми;
- пористыми.

Рыхлые материалы - различные минеральные и органические вещества, получаемые дроблением или рассевом смеси, имеющие зерна (куски) размером не более 10 см. *Плотные* – материалы с раковистым или стекло-видным изломом (граниты, известняки, стекло и др.).

Пустотелые - материалы с крупными сквозными или несквозными каналами, отверстиями, заполненными воздухом.

Пористые – материалы с более мелкими каналами, отверстиями, заполненными воздухом или газом.

По окраске различают материалы:

- неокрашенные;
- окрашенные в различные цвета.

По отделке строительные материалы подразделяют на:

- неофактуренные – с поверхностью, созданной тем или иным способом формования без специальной обработки;
- офактуренные – с поверхностью с различными рельефными (фактурными) узорами.

По видам сырья материалы подразделяют на:

- древесные;
- природные каменные;
- керамические;
- материалы из минеральных расплавов;
- материалы на основе минеральных вяжущих;
- металлы и сплавы;
- материалы на основе битумных вяжущих и полимеров.

К природным каменным материалам относятся материалы, получаемые:

- из различных горных пород в естественном виде;
- в результате механической обработки (дробления, раскалывания, распиливания, шлифования и полирования).

Применяются они для постройки и облицовки инженерных и гидротехнических сооружений (мостов, плотин, каналов и др.), настилки дорожных покрытий и строительства железных и шоссейных дорог, в качестве заполнителей для производства бетона и железобетона (песок, гравий, щебень и др.), а также для декоративной облицовки стен и фасадов различных зданий.

В ассортимент этой группы входят:

- бутовый камень;
- булыжник;
- щебень и гравий;
- песок;
- плиты и камни;
- плитки кровельные (шифер природный) и т.д.

К материалам *природного происхождения* относятся природные каменные материалы в виде горных пород изверженных, осадочных или видоизмененных, образовавшихся в результате физико-химических процессов в различных слоях земной коры. К *искусственным* относятся материалы и изделия, полученные заводской обработкой природного сырья. *Синтетические* – это материалы в виде смол и пластмасс, т.е. материалы, полученные синтезом простых веществ при соответствующих условиях.

Как природные, так и искусственные строительные материалы могут быть:

- минеральными (неорганическими) – граниты, глины, пески, стекло, кирпич, вяжущие, металлические;
- органическими – асфальты, битумы, битуминозные кровельные материалы и др.

Форма изделий может быть весьма разнообразной – панели, плиты, листы, камни, кирпичи, плитки, трубы, профильные элементы. Она определяется соотношением отдельных конструктивных элементов, граней.

Размеры определяются в зависимости от формы линейными параметрами (мм) или массой.

Наименования обуславливаются различными факторами:

- исторически сложившимися функциональными особенностями материала (обои, панели);
- местом производства (портландцемент, пуццолановый цемент, метлахская плитка);
- химическим или минералогическим составом (гипс, известь, гравий, песок);
- назначением (стекло оконное, витринное, мозаичные плитки) и др.

Марка строительных материалов часто определяется показателями их свойств, например прочностью на сжатие, объемной массой, массой 1м², а также особенностями состава, назначением и является низшим звеном квалификации.

Торговый ассортимент строительных товаров складывается из изделий, используемых в индивидуальном строительстве, а также при ремонте и отделке жилых помещений.

В настоящее время в строительстве применяется более тысячи наименований различных конструкционных и отделочных материалов и изделий; номенклатура строительных материалов достаточно широкая и непрерывно обновляется. Одним из важнейших направлений развития ассортимента является разработка легких, прочных, надежных, экономичных материалов и изделий с применением химических видов сырья.

1.1. Основные свойства строительных материалов

Строительные материалы являются материальной базой строительства. Для того чтобы рационально использовать строительные материалы, необходимо знать специфику их свойств.

К основным свойствам строительных материалов относятся:

- физические;
- механические;
- химические;
- технологические.

Физические свойства

К физическим свойствам относят:

- плотность;
- пористость;
- гигроскопичность;
- водопоглощение;
- водостойкость;
- водопроницаемость;
- морозостойкость;
- теплопроводность;
- паро-, воздухо- и газопроницаемость;
- теплоемкость;
- огнестойкость;
- огнеупорность;
- звукопроводность;
- звукопоглощение;
- радиационную стойкость.

Плотность – масса единицы объема материала. Различают среднюю, истинную и насыпную плотности.

Средняя плотность – масса единицы объема материала в естественном состоянии, т.е. с порами и пустотами. Среднюю плотность r_0 , кг/м³, г/см³, вычисляют по формуле:

$$r_0 = m/V,$$

где m - масса материала (образца) в сухом состоянии, кг или г; V - объем материала (образца) в естественном состоянии, м^3 или см^3 . Массу материала определяют путем взвешивания образцов на весах различного типа.

Определение объема зависит от формы образца. Образцы бывают правильной (куб, параллелепипед, цилиндр) и неправильной геометрической формы. В первом случае объем образца определяют путем вычислений по геометрическим размерам. Например, для куба $V = abc$, где a, b, c - размеры сторон куба. Если образец неправильной формы (кусочек кирпича), то объем образца определяют по объему вытесненной жидкости (закон Архимеда).

Средняя плотность для материала не является величиной постоянной.

Истинная плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$, $\text{г}/\text{см}^3$ - масса единицы объема материала в абсолютно плотном состоянии (без пор и пустот). Это плотность вещества, из которого состоит материал, поэтому истинная плотность материала является физической постоянной характеристикой.

$$r_{\text{и}} = m/V_{\text{а}},$$

где V - абсолютный объем материала, м^3 или см^3 .

У плотных материалов числовые значения истинной и средней плотности одинаковы. Например, у стали $r_0 = r_{\text{и}} = 7850 \text{ кг}/\text{м}^3$. У пористых материалов истинная плотность больше средней (например, у керамического кирпича $r_0 = 1600 \dots 1900$, а $r_{\text{и}} = 2500 \text{ кг}/\text{м}^3$).

Для сыпучих материалов (щебень, гравий, песок) определяют насыпную плотность.

Насыпная плотность $r_{\text{н}}$, $\text{кг}/\text{м}^3$, $\text{г}/\text{см}^3$ - масса единицы объема рыхло насыпанных зернистых материалов. В объем таких материалов входят не только поры материала, но и пустоты между зёрнами и кусками материала. Например, насыпная плотность кварцевого песка равна $1500 \text{ кг}/\text{м}^3$, а гранитного щебня $1650 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Плотность материала в большой степени влияет на его долговечность. Средняя плотность материалов непосредственно влияет на эффективность строительства, поэтому снижение средней плотности строительных материалов при сохранении необходимых прочности и долговечности - путь к снижению материалоемкости строительства, повышению его технико-экономической эффективности.

Пористость материала П – это степень заполнения объема материала порами. Поры (от греч. *poros* - выход, отверстие) в материале - полости между элементами структуры материала, заполненные воздухом или водой. Они появляются в материалах на различных стадиях их приготовления (у искусственных материалов) и образования (у природных материалов), отсюда и поры бывают искусственные и естественные. Форма, размеры и структура пор различны. Более крупные поры в изделиях или полости между кусками рыхло насыпанного сыпучего материала (песок, гравий, щебень) называют пустотами.

Пористость по значению дополняет плотность до единицы или до 100% и определяется по формуле $\Pi = V_{\text{п}}/V$, где

$V_{\text{п}}$ - объем, занимаемый порами, V - объем материала в естественном состоянии, т.е. вместе с порами.

Преобразовав эту формулу, получим $\Pi = (1 - r_0 / r_{\text{н}})100\%$, или

$$\Pi = (r_{\text{н}} - r_0 / r_{\text{н}}) 100\%.$$

Пористость выражают в процентах.

Пористость строительных материалов колеблется в широком диапазоне: от 0 (сталь, стекло) до 90...95 (пено- и поропласты); у тяжелого бетона - 5...15%.

В зависимости от пористости различают:

- низкопористые (конструкционные материалы - $\Pi < 30\%$)
- среднепористые ($\Pi = 30...50\%$)
- высокопористые (теплоизоляционные материалы - $\Pi > 50\%$) материалы.

Для рыхлых (сыпучих и волокнистых) материалов (песок, щебень, цемент, минеральная и стекловата), а также для материалов с искусственными пустотами (пустотелые керамические кирпичи и камни, бетонные и железобетонные плиты с технологическими пустотами) отношение объема пустот к общему объему материала называют пустотностью.

Показатели пустотности строительных материалов и изделий также колеблются в широком диапазоне: для песка и гравия в зависимости от крупности зерен 4...50%, для пустотелого кирпича 2,25...45%. Пустотность вычисляют по той же формуле, что и пористость. Плотность и пористость оказывают влияние на многие свойства строительных материалов: водопоглощение, водопроницаемость, теплопроводность, прочность и др. Для конструкций, которые должны быть водонепроницаемыми, нужны материалы с высокой плотностью; конструкции малотеплопроводные необходимо сооружать из мелкопористых материалов с пониженной теплопроводностью и т.д. Некоторые физические свойства распространенных строительных материалов приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Основные физические свойства некоторых строительных материалов (в воздушно-сухом состоянии)

Материал	Истинная плотность, кг/м ³	Средняя плотность, кг/м ³	Пористость, %	Теплопроводность, Вт/(м К)
1	2	3	4	5
Древесина: сосновые доски	1555	500	67	0,17
ДВП	1500	850	87	0,08
Природный камень: гранит	2700	2650	1,4	2,8
вулканический	2700	1400	52	0,5
Сталь строительная	7800	7800	0	50
Керамический кирпич: полнотелый	2500	1800	32	0,75
пустотелый	2500	1400	50	0,55
Стекло: оконное	2650	2650	0	0,56
пеностекло	2650	300	85	0,11
Бетон: тяжелый	3000	1800...2500	5...15	1,16
легкий	2900	500...1800	30...80	0,2...0,35
Полимерные материалы: стеклопластик	2000	2000	0	0,5
мипора-пенопласт	1500	40...60	95...98	0,06

Гигроскопичность – свойство пористого материала поглощать водяной пар из воздуха. Степень гигроскопичности зависит от количества и величины пор в материале, его структуры, температуры и относительной влажности воздуха. Материалы с одинаковой пористостью, но с более мелкими порами обладают более высокой гигроскопичностью, чем крупнопористые. Это отрицательно сказывается на физико-механических характеристиках материалов (например, цемент при хранении поглощает из воздуха водяные пары, теряет активность, образует комочки и теряет прочность; древесина при влажном воздухе разбухает, коробится, образует трещины усушки; изменяется форма и размеры деревянных изделий).

Гигроскопичность строительных материалов различна: одни из них активно притягивают своей поверхностью молекулы воды (т.е. гидрофиль-

ны - глина, минеральные вяжущие – гипс, цемент); другие, наоборот, отталкивают воду, - их называют гидрофобными (битумы, стекло, полимеры).

Гигроскопичность строительных материалов необходимо учитывать при их сушке, длительном хранении, транспортировании в определённых эксплуатационных условиях.

Влажность (W) - это количество воды в материале. Различают абсолютную влажность (g) и относительную (%). Относительную влажность вычисляют по формуле

$$W = [(m_B - m_C) / m_C] 100.$$

где m_C — масса сухого образца, г;

m_B — масса влажного образца, г.

При увлажнении материалы изменяют свои свойства: увеличиваются плотность, теплопроводность и снижается прочность. Поэтому при хранении и перевозке строительных материалов ГОСТ требует предохранения их от увлажнения.

Водопоглощение – свойство материалов впитывать и удерживать воду. Водопоглощение определяют по стандартной методике, погружая образцы материала в воду с температурой $20 \pm 2^\circ C$ и выдерживая их в воде определенное время. Вычисляют его по формулам (в %):

$$W_m = [(m_H - m_C) / m_C] 100,$$

$$W_o = [(m_H - m_C) / V] 100,$$

где m_C - масса сухого образца, г; m_H - масса образца, насыщенного водой, г; V - объем образца в естественном состоянии, cm^3 .

У высокопористых материалов (древесина, минераловатные и стекловолоконные плиты) водопоглощение по массе может быть более 100%; объемное водопоглощение всегда меньше 100%.

Показатели водопоглощения строительных материалов различны. Например, водопоглощение по массе гранита 0,1...0,8%, керамических плиток для полов - 1...4, тяжелого бетона - 2...3, керамического кирпича - 8...15, теплоизоляционных газосиликатных материалов - 50...75%.

Увлажнение и насыщение водой отрицательно влияет на прочность материалов, снижая ее.

Водостойкость материала является важной характеристикой строительных материалов, применяемых в гидротехнических сооружениях, так как определяет способность данных материалов сопротивляться разрушительному действию влаги и сохранять прочность в насыщенном водой состоянии. Количественно водостойкость материала оценивают коэффициентом размягчения K_p , который может колебаться в пределах от 0 (у размокающих материалов - глиняных необожженных материалов) до 1 (у абсолютно плотных, не поглощающих воду материалов – у стали, битумов). Материалы с коэффициентом размягчения больше 0,8 являются водостой-

кими. К ним следует отнести гранит, мрамор, цементный строительный раствор и др.

Данный коэффициент равен отношению предела прочности материала, насыщенного водой R_n , к пределу прочности сухого материала R_c :
 $K_p = R_n / R_c$.

Водостойкость можно повысить искусственно путём нанесения гидрофобных покрытий. Высокая гидрофобность и водостойкость некоторых материалов позволяют применять их в качестве гидроизоляционных материалов (битумы, полимерные пленки).

Влагоотдача – свойство материала отдавать воду при соответствующих условиях в окружающей среде (повышении температуры, движении воздуха, снижении влажности воздуха). Каждый строительный материал обладает определённой влажностью.

Влагоотдача характеризуется скоростью высыхания материала, т.е. количеством воды, которое он теряет за сутки при относительной влажности воздуха 60% и температуре 20 °С (в % массы или объема стандартного образца стройматериала). Величина влагоотдачи имеет большое значение для многих строительных материалов: для мокрой штукатурки стен желательна быстрая влагоотдача, для твердеющего бетона - замедленная.

Водопроницаемость называют способность материала пропускать воду под давлением. Величина водопроницаемости характеризуется количеством воды, прошедшей в течение 1 ч через 1 см² площади испытуемого материала (образца) при постоянном давлении. Степень водопроницаемости зависит от строения и пористости материала.

Водопроницаемость характеризуется коэффициентом фильтрации K_f (м²/ч). Коэффициент фильтрации обратно пропорционален водонепроницаемости материала. Чем больше коэффициент фильтрации, тем ниже марка материала по водонепроницаемости. Например, водонепроницаемость бетона характеризуется марками W2, W4, W6, W8, W10, W12 (цифры обозначают максимальное давление в МПа: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2).

Материалы особо плотные (металл, стекло), являются водонепроницаемыми. Водонепроницаемость имеет особое значение при выборе кровельных, гидроизоляционных материалов, канализационных труб и др.

Водонепроницаемость – свойство материала не пропускать через свою толщу воду под давлением. Данное свойство находится в тесной зависимости от пористости, размера и характера пор и оценивается по-разному с учетом специфики условий эксплуатации конкретного материала: для рулонных и мастичных кровельных и гидроизоляционных материалов – временем, по окончании которого вода при определённом давлении начинает просачиваться через образец, для гидроизоляционных строительных растворов и бетонов – односторонним гидростатическим давлением, при котором вода в стандартных условиях еще не проходит через образец цилиндрической формы.

Водонепроницаемыми являются плотные материалы (металлы, битум, полимеры) и материалы с мелкими замкнутыми порами (пенопласты). Высокой водонепроницаемостью обладают тонкодисперсные глины, издавна применявшиеся для гидроизоляционных обмазок.

Паро-, воздухо- и газонепроницаемость – свойства материала пропускать через свою толщину при перепаде давления соответственно водяной пар, воздух или газы. Эти свойства зависят от строения материала. Проницаемость выражается количеством пара (газа), проходящего в единицу времени через единицу поверхности образца материала определенной толщины при данном равномерном перепаде давления.

Абсолютно плотные материалы (стекло, полимеры, металлы) непроницаемы для газов. Паро- и газопроницаемость зависят в основном от пористости материала и характеризуются соответствующими коэффициентами, которые определяются стандартными испытаниями.

Например, паропроницаемость стенового керамического кирпича с пористостью около 30% в 2,2 раза ниже, чем у теплоизоляционного трепельного кирпича с пористостью 58%.

Паро- и газопроницаемость резко уменьшаются при увлажнении: материал, насыщенный водой, почти не пропускает газообразные вещества. Данное свойство учитывается при применении отделочных материалов: в жилых помещениях и общественных зданиях необходима достаточно высокая паро- и газопроницаемость для обеспечения естественной вентиляции помещений и создания комфортных для человека условий. В банно-прачечных комплексах с высокой влажностью воздуха в помещении целесообразна внутренняя отделка паронепроницаемыми материалами (поливинилхлоридной пленкой, масляными красками).

Морозостойкость – свойство насыщенного водой материала, работающего в условиях совместного действия воды и отрицательных температур, выдерживать многократные попеременные замораживания и оттаивания без признаков разрушения и значительного снижения прочности,

Морозостойкость является определяющим фактором долговечности строительных материалов в конструкциях. У пористых материалов она зависит от характера пористости и прочности на растяжение: чем больше в материале замкнутых пор, тем выше морозостойкость (материалы являются морозостойкими, если коэффициент насыщения пор водой не превышает 0,7).

В осенний период материалы в конструкциях испытывают воздействие атмосферных факторов (дождь). При наступлении даже небольших морозов вода в крупных порах наружных стен замерзает и, переходя в лед, увеличивается в объеме более чем на 9%. Лед давит на стенки пор и постепенно разрушает их из-за возникновения внутренних растягивающих напряжений. При дальнейших циклически повторяющихся воздействиях сис-

тема «вода + лёд» проникает еще глубже в материал, образуя разрывы (микротрещины) в стенках пор, и разрушает его.

Определение морозостойкости материалов проводят в лабораториях на стандартных образцах (бетонные кубы, кирпич и т.п.). Перед испытанием образцы насыщают водой. После этого их помещают в холодильные камеры, замораживают при температуре от -15 до -20°C и выдерживают некоторое время (4...8 ч.), чтобы вода замерзла даже в тонких порах. Затем образцы оттаивают в воде комнатной температуры $+20^{\circ}\text{C}$ в течение 4 ч. и более. Одно такое испытание называют циклом. Число циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое должен выдерживать материал без разрушения при условии, что прочность его понизится не более чем на 25%, а потеря массы не превысит 5%, и характеризует морозостойкость материала. По степени морозостойкости, т.е. по числу выдержанных циклов, материалы подразделяют на марки: F10, F15, F25, F35, F50, F100, F150, F200, F300, F400, F500. Например, керамический кирпич по морозостойкости подразделяют на марки F15, F25, F35, F50; тяжелый бетон — F50, F75, F150, F200, F300.

Пористые материалы, как правило, являются достаточно морозостойкими, если при насыщении вода заполняет не более 85% объема пор, т.е. наибольшей морозостойкостью будут обладать плотные материалы и материалы с закрытой структурой пор и пустот. Обычно после замораживания наблюдается понижение прочности материала по сравнению с прочностью в водонасыщенном состоянии.

Отношение предела прочности при сжатии замороженного образца к пределу прочности при сжатии образца, насыщенного водой, называется коэффициентом морозостойкости K_F .

$$K_F = R_F / R_H.$$

У морозостойких материалов $K_F > 0,75$. Результаты лабораторных испытаний строительных материалов на морозостойкость могут определить срок их службы в естественных условиях: один цикл испытаний примерно соответствует трем годам эксплуатации.

Теплопроводность – свойство материала проводить через свою толщу тепловой поток при перепаде температур на противоположных поверхностях, ограничивающих материал. Свойство проводить тепло является общим для всех строительных материалов, однако теплопроводность разных материалов различна (см. табл. 1). Она зависит от характера пор и вида материала, степени и характера пористости, химического состава и строения твёрдого вещества, влажности, плотности и средней температуры, при которой происходит передача тепла, и характеризуется количеством теплоты, передаваемой через 1 м^2 поверхности материала толщиной 1 м за 1 ч при разности температур 1°C ($\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$).

Материалы волокнистого и слоистого строения имеют различную теплопроводность в зависимости от направления теплового потока: вдоль или поперек волокон (древесина).

Органические вещества имеют, как правило, меньшую теплопроводность, чем минеральные; вещества в кристаллическом состоянии лучше проводят теплоту, чем в аморфном при том же химическом составе. Но в любом случае теплопроводность твердого вещества во много раз выше, чем сухого воздуха, равная 0,023 Вт/(мК).

При повышении температуры теплопроводность большинства материалов возрастает и лишь у некоторых (например, металлов) уменьшается.

Теплопроводность - важное свойство материалов для наружных стен, полов, перекрытий и покрытий, изоляции теплосетей, холодильников и т.д., которое особенно должно учитываться при подборе материалов, используемых для устройства ограждающих конструкций зданий (т.е. наружных стен, верхних перекрытий, полов в нижнем этаже) и теплоизоляционных материалов, назначение которых способствовать сохранению тепла в помещениях и тепловых установках.

Теплопроводность обозначается λ .

Теплоемкость — свойство материала поглощать при нагревании и отдавать при охлаждении определенное количество теплоты. Иначе это — количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг материала на 1⁰С. Отношение теплоемкости к единице массы называют удельной теплоемкостью или коэффициентом теплоёмкости °С и принято выражать в Дж/(кг·К):

$$C=Q / m (t_2 - t_1),$$

где Q – количество теплоты, затраченное на нагревание материала;
 m - масса материала, кг; $t_2 - t_1$ – разность температур материала до и после нагревания, °С.

Теплоемкость материала зависит от химической природы и влажности. Удельная теплоемкость древесины различных пород составляет от 2,4 до 2,7 кДж/ (кгК), природных и искусственных каменных материалов – от 0,75 до 0,95 кдж/ (кг К), металлов (сталь, чугун) — от 0,4 до 0,5 кдж/(кг· К). Наибольшая теплоёмкость у воды: $C = 4,2$ кДж/ (кгК), поэтому при увлажнении материала теплоемкость возрастает.

Тепловое расширение — свойство материала деформироваться при изменении температуры: расширяться — при нагревании, сжиматься — при охлаждении. Характеризуется температурным коэффициентом линейного расширения (ТКЛР), равным относительной деформации материала в рассматриваемом направлении при изменении температуры на 1⁰С.

Тепловое расширение зависит от химической природы материала и энергии связи между структурными элементами твердого вещества. Значения ТКЛР для стали и материалов из камня малы и достаточно близки ме-

жду собой, для древесины и особенно пластмасс – существенно выше. Волокнистые и слоистые материалы по-разному деформируются вдоль и поперек волокон (слоев).

Тепловое расширение может привести к деформации материала в наружных конструкциях (растрескивание и коробление) под влиянием термических факторов и достигать высоких значений.

Строительные материалы и конструкции при возгорании в помещении могут, с одной стороны, способствовать возникновению опасных проявлений пожара (высокой температуры, пламени, дыма и др.) и его развитию, а с другой стороны, ограничивать распространение огня и сохранять несущий каркас здания до ликвидации пожара. Поведение материалов и конструкций в условиях пожара характеризуется пожарной опасностью и огнестойкостью.

Пожарная опасность – комплекс свойств, способствующих возникновению и развитию пожара. Негорючие материалы не обладают пожарной опасностью. Для горючих отделочных материалов пожарная опасность характеризуется:

- степенью горючести;
- воспламеняемостью;
- дымообразующей способностью;
- токсичностью продуктов горения.

Материалы для покрытия полов испытывают на распространение пламени по поверхности.

По степени горючести материалы делят на четыре группы:

- Г1 – слабо горючие;
- Г2 – умеренно горючие;
- Г3 – нормально горючие;
- Г4 – сильно горючие.

Горючесть – свойство материала гореть, т.е. участвовать в сложном быстро протекающем химическом процессе, сопровождающемся выделением теплоты и света. Основа горения – экзотермические окислительно-восстановительные реакции веществ, составляющих материал, с кислородом воздуха.

Степень горючести устанавливают испытанием строительного материала в камере сжигания под действием пламени газовой горелки. При этом образец должен иметь длину 100 см и ширину 19 см; толщину не более 7 см. Продолжительность действия открытого пламени вдоль образца – 10 мин. В ходе испытания определяют степень повреждения образца по массе и длине, продолжительность самостоятельного горения и (или) тления после выключения горелки и температуру дымовых газов.

Горючесть определяется содержанием в материале органических веществ. Если органики более 2% массы, то материал без предварительной

проверки относят к горючим и оценивают его степень горючести. К повреждениям образца относят выгорание и обугливание материала.

Для понижения горючести древесину пропитывают специальными веществами – антипиренами, которые разлагаются при нагревании и выделяют негорючие газы, поэтому после удаления огня горение и тление прекращаются. Антипирены вводят и в состав полимерных материалов (самозатухающий пенопласт).

Показатели пожарной опасности учитываются при выборе материалов для внутренней отделки помещений: общих коридоров, холлов, фойе лестничных клеток, вестибюлей.

Огнестойкость – свойство материала в конструкции сопротивляться действию огня, высоких температур, воды и ограничивать его распространение. Огнестойкость характеризуется пределом огнестойкости – временем (в минутах) от начала теплового воздействия в условиях стандартных испытаний до наступления предельного состояния, зависящего от назначения конструкции. Предельным состоянием считают: чрезмерные деформации конструкции (потеря несущей способности); образование сквозных трещин или отверстий, через которые могут проникать пламя и дым (потеря целостности);

– слишком большой нагрев необогреваемой поверхности, что может вызвать самопроизвольное воспламенение горючих материалов (потеря теплоизолирующей способности).

В огнестойких конструкциях должны использоваться негорючие материалы (бетон, сталь, керамический кирпич). Но необходимо учитывать, что при пожаре температура достигает 1 000°С и некоторые негорючие материалы (гранит) растрескиваются, другие (сталь) – сильно деформируются и разрушаются, у третьих (известняк, мрамор, доломит, органические материалы) – огонь вызывает химическое разложение, четвертые (алюминий, пластмассы) плавятся.

Ко всем материалам, используемым в строительстве, предъявляются требования по огнестойкости, зависящие от категории здания и сооружения по пожарной безопасности, определяемой СНиПом.

Строительные материалы по степени огнестойкости подразделяются на:

- несгораемые;
- трудносгораемые;
- сгораемые.

Несгораемые материалы в условиях пожара не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются. К ним относятся:

- керамический кирпич;
- черепица;
- бетон;
- асбестоцементные и природные каменные материалы.

Трудносгораемые материалы под действием огня и высокой температуры с трудом воспламеняются, тлеют и обугливаются, но только при наличии источника огня (при удалении источника огня горение и тление прекращаются). К этим материалам относят:

- фибролит;
- стеклопластики;
- асфальтовый бетон;
- оштукатуренную древесину.

Сгораемые материалы под действием огня и высокой температуры воспламеняются, горят или тлеют и продолжают гореть после удаления источника огня. К сгораемым материалам относят:

- древесину;
- рубероид;
- войлок;
- пластмассы;
- обои;
- битумы;
- полимерные материалы.

Для повышения огнестойкости материалов их пропитывают или обрабатывают специальными огнезащитными составами – антипиренами. Эти составы под действием огня выделяют газы, не поддерживающие горения, или образуют на материале пористый защитный слой, замедляющий его нагрев.

Огнеупорность – свойство материала выдерживать длительное воздействие высоких температур без деформаций и размягчения. По степени огнеупорности материалы подразделяют на:

- огнеупорные;
- тугоплавкие;
- легкоплавкие.

Огнеупорные материалы могут выдерживать длительное воздействие температуры свыше 1580°C. Их применяют для футеровки внутренних поверхностей промышленных печей (шамотный кирпич, магнезитовые и графитовые материалы).

Тугоплавкие материалы способны выдерживать без размягчения температуру 1350...1580°C (гжельский кирпич для кладки печей).

Легкоплавкие материалы размягчаются при температуре ниже 1350°C (полнотелый и пустотелый керамический кирпич).

Радиационная стойкость – способность материала противостоять воздействию ионизирующих излучений. Под воздействием радиации у металлов заметно возрастает предел текучести, у алюминиевых сплавов и углеродистой стали, уменьшается пластичность, у керамических материалов уменьшаются плотность и теплопроводность; стекло окрашивается.

Основным источником радионуклидов (песок, галька, шлаки ТЭС содержат радионуклиды), радона, добавок на основе нафталинсульфокислоты является бетон. Для защиты от радиоактивных излучений применяют особо тяжелые бетоны, приготовленные на заполнителях: барите, металлическом скрапе, чугунной дробе и т.п.; гидратные бетоны с добавками карбида бора, хлористого лития и др.; свинец; ячеистое стекло.

Согласно санитарно-гигиенических норм введены ограничения в зависимости от значения суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов $A_{эфф}$: в стеновых камнях для производственных зданий допускается до 740 Бк/кг, для жилых и общественных зданий – до 370 Бк/кг.

Акустические свойства материалов характеризуют их способность ослаблять энергию распространяющихся по воздуху и через конструкции зданий слышимых звуковых волн. К ним относят звукопроводность и звукопоглощение.

Звукопроводность – способность материала проводить через свою толщу звуковые колебания. Звукопроводность материала влияет на звукоизолирующую способность ограждения. Для эффективного снижения уровня воздушного шума ограждение должно иметь большую массу. Если масса велика, то энергии звука не хватает, чтобы пройти сквозь ограждение, так как для этого необходимо привести частицы материала в колебательное движение. Ударный звук возникает и распространяется в материале при ударных, вибрационных и других механических воздействиях непосредственно на конструкцию. Наибольшей проникаемостью ударного звука обладают плотные материалы с высокой упругостью. Низкая звукопроводность у пористых малоупругих материалов волокнистого, ячеистого и губчатого строения, т.к. звуковая энергия поглощается и рассеивается развитой внутренней поверхностью материала, переходя в тепловую.

Звукопоглощение — способность материала поглощать и отражать звуковую энергию. Характеризуется коэффициентом звукопоглощения, равным отношению поглощенной звуковой энергии к энергии, падающей на поверхность материала в единицу времени.

Звукопоглощение зависит от степени и характера пористости материала, а также от состояния его поверхности. Чем больше пористость и больше доля пор, сообщающихся между собой и выходящих на поверхность материала, тем выше коэффициент звукопоглощения. Для повышения звукопоглощающей способности материалы дополнительно перфорируют (создают сквозные отверстия) или делают лицевую поверхность рельефной.

Звук или звуковые волны — механические колебания, распространяющиеся в твердых, жидких и газообразных средах. Различают звуки воздушные, распространяемые в воздухе, и ударные (по конструкциям). Для изоляции воздушного шума используют плотные, тяжелые материалы

с коэффициентом звукопоглощения на средних частотах больше 0,2 (кирпичная кладка, бетон, шлакобетон, слоистые панели из плотных звукопоглощающих материалов). Для изоляции ударного шума применяют упругие материалы (древесно-волокнистые плиты, маты из стекловаты и шлаковаты). Для звукопоглощения используют пористые материалы (вату минеральную, пористые плиты, штукатурку, мипору).

Механические свойства

Механические свойства материалов имеют важное значение для строительных материалов и конструкций, работающих под нагрузкой. Основными механическими свойствами являются:

- прочность;
- твердость;
- истираемость;
- упругость;
- пластичность;
- хрупкость;
- сопротивление удару, износ.

Прочность — свойство материала сопротивляться разрушению от внутренних напряжений, возникающих в нем при воздействии внешних сил. В конструкциях строительные материалы при действии нагрузок испытывают различные деформации и соответствующие им напряжения: сжатия, растяжения, изгиба, среза и др.

В зависимости от того, как материалы ведут себя под нагрузкой, все они подразделяются на:

- пластичные (углеродистые стали, алюминий, медь);
- хрупкие (бетон, природные камни, чугун и др.).

Различные материалы по-разному сопротивляются деформациям. Например, природные и искусственные камни (гранит, бетон, кирпич и т.д.) хорошо сопротивляются сжатию и значительно (в 5... 50 раз) хуже — растяжению, поэтому их следует применять в строительных конструкциях, работающих на сжатие (стены, колонны и др.). Другие материалы (дерево, сталь) одинаково хорошо сопротивляются сжатию и растяжению, хорошо работают на изгиб, поэтому их можно применять в конструкциях, работающих на изгиб (фермы, балки и др.).

Мерой прочности материалов является предел прочности.

Предел прочности — максимальное напряжение, при котором происходит разрушение образца материала.

Предел прочности при сжатии $R_{сж}$ или *предел прочности при растяжении* R_p , МПа, равен отношению разрушающей нагрузки F к площади поперечного сечения образца A , подвергающегося испытанию, и вычисляется по формуле:

$$R_{сж} (R_p) = F/A,$$

где F - разрушающая нагрузка, Н; A — площадь поперечного сечения образца, мм².

Предел прочности при изгибе образца прямоугольного сечения при действии одной сосредоточенной силы, приложенной по середине образца, вычисляют по формуле:

$$R_{изг} = 3 Fl / 2 bh^2$$

где, l - расстояние между опорами, мм; b и h – ширина и высота поперечного сечения образца, мм.

Предел прочности материалов определяют при испытании стандартных образцов до разрушения в лабораториях на гидравлическом прессе или разрывных машинах. Для испытания материалов на сжатие образцы изготавливают в виде куба или цилиндра, на растяжение – в виде призмы или стержня или в виде восьмерки (для битума), на изгиб – в виде балочки (призмы), кирпича (в натуре) на двух опорах.

Прочность конструкционных строительных материалов характеризуется маркой (М), которая является важнейшим показателем его качества.

Для каменных материалов марку определяют по пределу прочности при сжатии (в ряде случаев с учетом прочности при изгибе): 4, 7, 10, 15, 25, 35, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000. Например, марка прочности материала М150 означает, что предел прочности при сжатии материала составляет 15...19,9 МПа.

В табл. 2 приведены пределы прочности при сжатии, изгибе и растяжении некоторых строительных материалов.

Таблица 2 –Прочность некоторых строительных материалов

Материалы	Предел прочности, МПа, при		
	сжатии	изгибе	растяжении
Гранит	150...250	-	3...5
Тяжелый бетон	10...50	2...8	1...4
Керамический кирпич	7,5...30,0	1,8...4,4	-
Сталь	210...600	-	380...900
Древесина	30...65	70...120	55...150
Стеклопластик	90...150	130...250	60...120

Прочность материалов зависит от структуры, пористости, влажности, дефектов строения, длительности и характера приложения нагрузки, среды, температуры, состояния поверхности и других факторов.

Прочность при износе – способность материала сопротивляться разрушению при совместном действии истирания и удара. Эта способность

оценивается потерей в массе образца материала, выраженной в процентах. Показатель прочности определяется обычно при исследовании образца материала в барабане, куда вместе с образцом загружают стальные шары. Расчет ведется по формуле:

$$R_{\text{изн}} = \frac{G - G_1}{G_1} \cdot 100,$$

где $R_{\text{изн}}$ — показатель прочности при износе, % ;

G — масса образца материала до испытания, г;

G_1 — масса образца после испытания, г;

$G - G_1$ — потеря в массе испытуемого материала, г.

Прочность при износе является одним из важнейших факторов, определяющих долговечность строительных материалов, предназначенных для устройства полов. Высокой прочностью при износе обладают гранит, стекло, керамика. Относительно высокую прочность имеет древесина. Меньшую прочность при износе проявляют полимерные материалы, поэтому их не рекомендуется применять при устройстве полов в помещениях с интенсивным движением.

Твердость – способность материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела. Для определения твердости материалов в зависимости от вида и назначения существует несколько методов. Самый простой метод оценки твердости каменных материалов однородного строения – по шкале твердости. В эту шкалу входят 10 минералов с условным показателем твердости от 1 до 10; самый мягкий – тальк (1), самый твердый – алмаз (10). Показатель твердости испытуемого материала находят, последовательно царапая его входящими в шкалу твердости минералами. Для более точного определения твердости некоторых материалов (сталь, пластмассы) используют специальные приборы, на которых в поверхность испытуемого образца с установленным усилием вдавливают твердый наконечник правильной геометрической формы – шарик, конус или пирамиду. Чем меньше отпечаток, оставляемый наконечником на поверхности материала после снятия нагрузки, тем выше будет твердость материала.

Характеристика твердости имеет важное значение при выборе отделочных материалов и материалов для покрытий полов, дорожных покрытий, при определении способа механической обработки лицевой поверхности материалов.

Твердость определяется структурой материала. Количественно показатель твердости (число твердости НВ) оценивают различными способами. Твердость битума определяют на приборе пенетрометре по глубине проникания в битум иглы под нагрузкой. Твердость окрасочной пленки определяют маятниковым прибором. Твердость древесины, металлов, бетона, пластмасс и некоторых других материалов определяют, вдавливая в них стальной шарик (метод Бринелля) или твердый наконечник (в виде конуса

или пирамиды). В этом случае твердость материала характеризует его способность сопротивляться пластической деформации на поверхности образца. При вдавливании шарика определенного диаметра из закаленной хромистой стали на поверхности материала образуется сферический отпечаток.

Число твердости определяют по формуле:

$$HB = F/A,$$

где F – нагрузка на шарик, Н;

A – площадь поверхности отпечатка, мм².

Твердость каменных строительных материалов, природных камней и минералов оценивают шкалой твердости Мооса (включает минералы в порядке возрастающей твердости от 1 до 10), представленной десятью минералами, из которых каждый последующий своим острым концом царапает все предыдущие (табл. 3).

Таблица 3 – Шкала твердости минералов

Показатель твердости	Минерал	Характеристика твердости
1	Тальк или мел	Легко чертится ногтем
2	Каменная соль или гипс	Чертится ногтем
3	Кальцит или ангидрит	Легко чертится стальным ножом
4	Плавиновый шпат	Чертится стальным ножом под небольшим нажимом
5	Апатит	Чертится стальным ножом под большим нажимом, стекло не чертит
6	Ортоклаз	Слегка царапает стекло, стальным ножом не чертится
7	Кварц	Легко чертят стекло, стальным ножом не чертится
8	Топаз	
9	Корунд	
10	Алмаз	

Истираемость – свойство материалов уменьшаться в объеме и массе под действием истирающих усилий. Сопротивление истиранию определяют для материалов, которые в процессе эксплуатации подвергаются истирающему воздействию. Стойкость к истиранию имеет большое значение для материалов, применяемых для покрытий полов, лестничных ступеней, дорожных покрытий.

Истираемость I вычисляют по формуле:

$$I = (m - m_1)/A,$$

где m, m_1 – масса образца соответственно до и после испытания, г;

А - площадь истираемой поверхности, см².

Средние значения истираемости некоторых материалов, г/см²:

гранит	0,03...0,07
поливинилхлоридный линолеум	0,02...0,04
керамическая плитка для полов	0,08
шлакоситалл	0,01...0,03
известняк	0,3. ..0,8

Испытания на истираемость проводят на машинах барабанного типа или с возвратно-поступательным движением. За характеристику истираемости принимают потерю массы или объема материала, отнесенную к 1 см² площади истирания, или величину уменьшения толщины образца материала (мкм).

Упругость – способность материала восстанавливать первоначальную форму и размеры после снятия нагрузки, которая вызвала эти изменения. Наибольшее напряжение, до которого в материале возникают только упругие деформации, называют пределом упругости. У каждого материала есть постоянная характеристика – модуль упругости E , Па или МПа. Модуль упругости характеризует жесткость материала, т.е. его способность сопротивляться упругим деформациям.

Значения модуля упругости некоторых материалов, МПа, приведены ниже.

Сталь	Чугун	Древесина	Стекло	Полистирол
$2 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^2$

Упругими являются резина, герметизирующие прокладки, лакокрасочные пленки, сталь, древесина и другие материалы.

Пластичность – свойство твердого материала изменять без разрушения форму и размеры под действием нагрузки в значительных пределах и сохранять их после ее снятия. Пластическая (остаточная) деформация, не исчезающая после нагружения, называется необратимой. Абсолютно упругих или абсолютно пластичных материалов нет: в той или иной степени каждый материал проявляет упругие или пластичные свойства. В большей степени к упругим материалам относятся природные и искусственные каменные материалы, стекло, сталь; к пластичным – глина, битум (при положительных температурах), некоторые виды пластмасс, бетонные и растворные смеси до затвердевания. Пластичными являются глиняное тесто, бетонные и растворные смеси, битум при положительных температурах, свинец и др. Пластичность глиняного теста используется при изготовлении керамических изделий. Пластичность растворной смеси позволяет ей легко растекаться по поверхности камня тонким слоем и заполнять все неровности основания. Практически у всех материалов пластичность увеличивается с повышением температуры, влажности и скорости нарастания

тания действующей нагрузки (глина, хрупкая в сухом состоянии, становится пластичной во влажном).

Хрупкость – свойство твёрдого материала под действием нагрузки внезапно разрушаться без предварительной остаточной деформации. Хрупкое разрушение трудно предусмотреть, так как его внешние признаки при малых деформациях практически не заметны. Хрупкие материалы в отличие от пластичных не формуются, им нельзя придать желаемую форму, так как при ударной нагрузке, резком сжатии такой материал быстро разрушается, рассыпается на осколки, дробится на части вследствие быстрого развития в них одной или нескольких трещин.

Хрупкость присуща не только кристаллическим, стеклообразным, но и полимерным материалам. Большинство материалов при понижении температуры становятся хрупкими (битумы, некоторые пластмассы, металлы). Еще одной особенностью этих материалов является достаточно высокая прочность на сжатие и весьма небольшая прочность на растяжение (разница прочности в 10...15 раз и выше). К хрупким материалам относятся большинство каменных материалов (стекло, керамика, бетон). В определенных условиях хрупкость могут проявлять битум и некоторые пластмассы (при отрицательных температурах), малоуглеродистая сталь (при очень низких отрицательных температурах), стекло, керамические изделия, чугуны.

Хрупкие материалы, в состав которых вводят элементы, хорошо сопротивляющиеся растяжению (стальную арматуру, асбестовые волокна), используют в основном для возведения сжимаемых конструкций — колонн, стен.

При обосновании технической целесообразности применения материала для устройства полов промышленных зданий, дорожных и аэродромных покрытий, тротуаров и в других случаях строительной практики (например, при выборе способа обработки материала) важное значение имеют специальные механические свойства: динамическая прочность (ударная вязкость и прочность), твердость, истираемость и износостойкость.

Ударная вязкость или **сопротивление удару** – свойство, характеризующее сопротивление материала разрушению или деформированию при ударе. Хрупкие материалы плохо сопротивляются удару.

Сопротивление удару важно для материалов дорожных и аэродромных покрытий, а также конструкций, подвергаемых при эксплуатации динамическим (ударным) нагрузкам.

Износ – разрушение материала при совместном действии истирания и удара. Износ материала зависит от его структуры, состава, твердости, прочности, истираемости. Прочность при износе оценивается потерей в массе, выраженной в процентах. Износ важен для материалов полов, ступеней лестниц, дорожных покрытий, лакокрасочных пленок.

Износостойкость – способность материала сопротивляться одновременному воздействию истирания и удара. Износ определяют с помощью вращающихся барабанов, куда вместе с образцами материала загружают определенное количество металлических шаров, усиливающих эффект истирания и удара при вращении барабана. В качестве характеристики износа используют относительную потерю массы образца в процентах от его первоначальной массы. Износостойкость и износ имеют решающее значение при выборе долговечных материалов для дорог, лестничных ступеней, покрытий полов и т.п.

Вязкость – внутреннее трение жидкости, препятствующее перемещению одного ее слоя относительно другого. Вязкость характеризуется коэффициентом динамической вязкости τ) и измеряется в Па·с.

В строительстве часто применяют пластично-вязкие смеси (строительные растворы, краски, гипсовое, цементное тесто и т.д.), которые по своим свойствам занимают промежуточное положение между жидкими и твердыми телами. Так, тесто можно разрезать ножом (что нельзя сделать с жидкостью), но вместе с тем тесто принимает форму сосуда, в который оно помещено, т.е. ведет себя как жидкость.

Наблюдая за растворной смесью или красочным составом под нагрузкой, можно заметить, что при малых нагрузках они ведут себя как твердые тела, проявляя упругие свойства. При увеличении нагрузки у них появляются необратимые пластические деформации. При дальнейшем увеличении нагрузки эти смеси начинают течь, как вязкие жидкости.

Условную вязкость мастик, клеев, красочных составов устанавливают на вискозиметре ВЗ-4. В этом случае вязкость характеризуется временем истечения (τ) 100 см³ материала через калиброванное сопло вискозиметра при определенной температуре (20°C).

Гибкость – способность достаточно пластичного материала сохранять сплошность структуры (без появления трещин) при огибании вокруг стержня определенного диаметра. Например, для определения гибкости линолеума из его полосы в продольном направлении вырезают два образца шириной 50 мм и накатывают лицевой поверхностью наружу на гладкий стержень диаметром 20...75 мм (в зависимости от вида линолеума). Материал считается выдержавшим испытание, если по истечении 30 с на поверхности образцов не появились трещины.

Химические свойства

Химические свойства характеризуют способность материалов противостоять разрушающему действию солей, кислот, щелочей, масел, нефтепродуктов, с которыми в процессе эксплуатации они могут находиться в контакте. Изменение химического состава может быть как полезным (например, при твердении минеральных вяжущих веществ), так и вредным (например, разрушение строительного раствора агрессивными жидкостями

и газами, старение органических вяжущих). Основными химическими свойствами являются:

- химическая стойкость;
- коррозионная стойкость;
- биологическая стойкость;
- адгезионная способность;
- экологическая чистота.

Химическая стойкость – способность материалов сопротивляться разрушительному влиянию щелочей, кислот, растворенных в воде солей и газов. Большинство строительных материалов не обладает стойкостью к действию кислот и щелочей.

Материалы в строительных конструкциях очень часто испытывают воздействие агрессивных жидкостей и газов. Например, сточные воды, проходящие по канализационным системам, могут содержать свободные кислоты и щелочи, разрушающие поверхность железобетонных и металлических труб. Известняки, мраморы, доломиты относительно быстро разрушаются под действием кислот; многие виды цементов слабо противостоят действию кислот; битумы способны разрушаться под действием концентрированных растворов щелочей.

Некоторые строительные изделия обладают высокой сопротивляемостью действию щелочей и кислот (керамические материалы с плотным черепком – облицовочные плитки, плитки для полов, канализационные трубы, стекло), к воздействию кислот и растворов солей (пластмассы на основе полиэтилена, полистирола, поливинилхлорида). Углеродистые стали, чугуны, гранит, каменное литье из базальта, шлакоситаллы отличаются высокой кислотостойкостью, хромоникелевые стали, латуни (никелевые), бетоны на глиноземистом цементе – щелочистойстойкостью.

Агрессивная внешняя среда (пресная и морская вода, минерализованная грунтовая вода, дождевая вода с растворенными кислотными газами, представляющими собой отходы промышленных производств и автомобильного транспорта), вступая в химическое взаимодействие, может вызывать разрушение (коррозию) материала и снизить его прочность.

Коррозионная стойкость зависит от химического состава материала и пористости, определяющей условия взаимодействия с агрессивной средой. Если в составе преобладает кремнезем (диоксид кремния), то материал обычно стоек к кислотам, но взаимодействует со щелочами. Если больше основных оксидов (СаО и др.), то материал нестойк к кислотам, но щелочами не разрушается. Материалы на основе органических вяжущих веществ (битумные, дегтевые, полимерные) изменяют свои свойства вследствие физико-химических превращений под действием природных факторов: кислорода воздуха, ультрафиолетового излучения, повышенной температуры. Этот процесс носит название «старение» и проявляется в повышении хрупкости, снижении прочности, потере гидрофобности. Прозрачные полимерные материалы со временем мутнеют.

Коррозионная стойкость – свойство материала сопротивляться коррозии, т.е. разрушению, вызванному действием внешней агрессивной среды. Коррозия (от лат. *corrodo* - разъедаю) бывает:

- химической (в результате воздействия пресной и морской воды);
- электрохимической (в результате воздействия растворителей, кислот, щелочей).

Коррозии подвергаются многие строительные материалы - металлы, бетон, горные породы (под влиянием химического воздействия воды горные породы и каменные материалы постепенно растворяются; коррозия бетона происходит из-за разрушения цементного камня от действия пресных, минерализованных вод).

Материалы, отличающиеся коррозионной стойкостью в различных агрессивных средах, называют коррозионно-стойкими (керамические материалы с плотным черепком, стекло, асбесты, легированные стали, сплавы титана и алюминия, многие пластмассы и др.).

Биологическая стойкость – способность материалов сопротивляться влиянию процессов жизнедеятельности бактерий и других живых организмов (биологической коррозии).

Большинство строительных материалов практически биостойкие - металлы и их сплавы, каменные и другие неорганические материалы, пластмассы, но и они подвержены воздействию бактерий-деструкторов. Из литотрофных бактерий наиболее активными агентами биоповреждений являются сульфатредуцирующие, тионовые, нитрифицирующие и железобактерии, которые способны использовать практически любые, содержащие азот и углерод, источники энергии и питания, органического и неорганического происхождения и вызывать коррозию металлов, разрушение бетона, камня, кирпича и других материалов.

Материалы органического происхождения - древесина, войлок, некоторые пластмассы и др. имеют низкую биологическую стойкость, так как само вещество материала служит питательной средой для образования гнили, червоточины, разложения вещества материала. Особенно это проявляется у ценного строительного материала – древесины, для которой характерны такие пороки, как гнили, грибные окраски, плесени, возникающие в условиях повышенной влажности древесины.

Биокоррозии подвержены некоторые пластмассы, битумы, изменение структуры и химического состава которых вызвано агрессивным воздействием солнечного облучения, кислорода воздуха, повышенных или пониженных температур и приводит к старению.

Наиболее активными разрушителями непродовольственных материалов, сырья и изделий на основе органических веществ являются гнилостные бактерии, добывающие себе энергию путем окисления органиче-

ских веществ (спорообразующие и бесспорные, аэробные и анаэробные бактерии).

Грибы-деструкторы так же, как и бактерии, имеют некоторые морфологические, физиологические и генетические особенности, благодаря которым они занимают доминирующее положение среди организмов, вызывающих биоповреждения.

Большинство грибов-технофилов, вызывающих повреждения промышленных материалов (текстиль, металл, бетон, пластмассы, резина, кожа, топливо, лаки, краски, бумага и т.д.), обладает богатым ферментным аппаратом, высокой энергией размножения (особенно виды родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Alternaria*, *Fusarium* и др.) и микроскопическими размерами, благодаря которым они могут проникать в мельчайшие, невидимые глазу трещины и поры таких плотных материалов, как гранит, металл, полимерные материалы (на границах раздела высокомолекулярного соединения и компонентов, входящих в состав материалов) и поэтому способны привести к преждевременному выводу из строя любое промышленное изделие.

Адгезионная способность. Адгезия (от лат. *adhaesio* - прилипание) – сцепление (слипание) и связь силами межмолекулярного воздействия между находящимися в контакте поверхностями разнообразных по составу твердых или жидких материалов. Она зависит от химической природы материалов, состояния поверхности, условий контакта.

Значительная часть конструкционных материалов не обладает достаточной стойкостью и требует специальной защиты от коррозии. Для отделочных материалов, представляющих собой при использовании вязкотекучие или вязко-эластичные составы (краски, клеи, мастики, растворные смеси), чрезвычайно важна адгезионная способность материала, которая проявляется в сопротивлении отрыву или разделению контактирующих материалов. Количественной оценкой адгезии является усилие отрыва, отнесенное к единице площади контакта.

Высокой адгезионной способностью обладают битумные и дегтевые, магнезиальные и др. вяжущие, что учитывается при изготовлении кровельных, гидроизоляционных материалов, фибролита, ксилолита (материала для полов), при склеивании, сварке, нанесении защитно-декоративных покрытий (лакокрасочных, эмалевых и др.).

В связи с широким внедрением в строительную практику синтетических полимерных материалов важной характеристикой качества строительных материалов является их **экологическая чистота (экологичность)** - отсутствие токсичности, вредного биологического действия на людей.

В состав пластмасс входят стабилизаторы, полимеры и другие компоненты, которые имеют резкий сильный запах и могут вызывать загрязнение внешней среды. При выполнении лакокрасочных работ следует учи-

тивать ядовитость (токсичность) некоторых пигментов, содержащих соединения свинца, меди, мышьяка, а также ацетона и ароматических соединений.

Многие виды обоев, линолеумов, упаковочных, кровельных материалов, бытовых изделий, жалюзи и даже игрушки из ПВХ в момент горения выделяют сильнейший яд – диоксин, способный привести человека к летальному исходу. Кроме того, диоксин способен сохранять токсичность несколько десятков лет.

Потолочные панели из вспененного полимера полистирола (пенопласт) относятся к наименее вредным бытовым изделиям, но при горении способен выделять удушливые газы. Стеклопластики выделяют стирол, бензол, ацетон, толуол.

Древесно-волокнистые и древесно-стружечные плиты, широко используемые для производства мебели и при строительстве жилых и производственных зданий, содержат различные модификации карбамидоформальдегидной смолы, способные выделять в окружающую среду формальдегид, фенол, метанол, аммиак и т.д.

Существуют нормы предельно допустимых концентраций вредных веществ и методы токсикологической стандартизации сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Применение экологически грязных материалов, обладающих высокой токсичностью, в зданиях и сооружениях категорически запрещено. Альтернативой многим вредным для здоровья человека материалам могут служить натуральные материалы (вместо виниловых обоев – обои на тканевой основе, оконных рам из ПВХ – цельнодеревянные или алюминиевые, комбинированные, ПВХ-покрытий для полов – паркет и т.д.)

Технологические свойства

Технологическими называют свойства материала воспринимать определенные технологические операции с целью изменения формы, размеров, характера поверхности.

Технологические свойства позволяют перерабатывать сырье и получать доброкачественную продукцию из исходных материалов при принятой технологии с использованием технологического оборудования.

Одним из основных технологических свойств бетонной и растворной смеси является удобоукладываемость.

Удобоукладываемость бетонной смеси характеризует ее способность заполнять форму и уплотняться при помощи вибрации. Удобоукладываемость растворной смеси характеризует ее способность укладываться тонким слоем на пористое основание и заполнять все его неровности.

Технологические свойства древесины характеризуются легкостью обработки: ее можно пилить, строгать, сверлить, забивать гвозди, склеивать и т.д. Благодаря высокой технологичности полимерных материалов формообразование пластмасс осуществляется разнообразными способами: экструзией, литьем под давлением, каландрированием и вальцеванием, прессованием. Широкую номенклатуру металлических изделий получают различными способами: прокаткой, волочением, прессованием и т.д., что объясняется высокими пластическими свойствами и пластичностью материалов.

1.2. Основные потребительские свойства

Строительные материалы и изделия обладают самыми разнообразными потребительскими свойствами, основными из которых являются:

- прочность;
- водостойкость;
- стойкость к действию агрессивных сред;
- теплозащитные свойства;
- безвредность;
- долговечность;
- эстетические свойства и др.

Каждый строительный материал в зависимости от назначения и условий эксплуатации обладает комплексом тех или иных свойств. Например, материалы для сооружения стен должны обладать высокой прочностью, долговечностью, водостойкостью, теплозащитными свойствами. Материалы для полов и отделочные должны быть безвредными и обладать высокими показателями эстетических свойств. Материалы для полов, кроме того, должны иметь высокую прочность при износе.

Прочность – одно из основных свойств многих строительных материалов, предназначенных прежде всего для сооружения стен и фундаментов зданий. Показателем, характеризующим прочность материала, является разрушающее напряжение (или предел прочности). Большинство строительных материалов подвергаются сжатию, изгибу и растяжению. Кирпич, цементные растворы имеют высокую сопротивляемость сжатию и более низкую (в 5-50 раз) – растяжению и изгибу, поэтому их используют главным образом в конструкциях, испытывающих сжатие (стены, фундамент и т.п.).

Разрушающее напряжение для цемента, а также некоторых других минеральных вяжущих веществ и изделий на их основе, кирпича силикатного и глиняного носит условное название – «марка». Марки указанных

материалов могут колебаться в значительных пределах. Например, кирпич глиняный обыкновенный может быть марок от 75 до 300, портландцемент – от 300 до 800 и т.д. Марки данных строительных товаров являются важнейшими показателями их качества и нормируются ГОСТами.

Водостойкость – устойчивость строительных материалов к систематическому воздействию воды. Большинство строительных материалов, будучи насыщенными водой, становятся менее прочными, чем в сухом состоянии, а некоторые из них размокают и полностью теряют прочность из-за нарушения связей между частицами материала из-за проникающих молекул воды. В связи с этим водостойкость строительных материалов характеризуют как отношение величины разрушающего напряжения при сжатии насыщенного водой образца к величине разрушающего напряжения при сжатии такого же образца в воздушно-сухом состоянии. Это отношение называется коэффициентом размягчения, который зависит от состава материала. Глина и бумага имеют коэффициент размягчения, равный 0, металл и стекло – 1. Материалы, эксплуатируемые в условиях повышенной влажности, должны иметь коэффициент размягчения не менее 0,8; такие материалы считаются водостойкими. К этой группе относятся цементы и изделия на их основе, изделия из стекла, металлов, пластических масс, большинство изделий из керамики и некоторые другие. Материалы с коэффициентом размягчения менее 0,8 не разрешается применять в местах, подверженных периодическому увлажнению.

Теплозащитные свойства является одной из главных характеристик строительных материалов, предназначенных для сооружения стен и перекрытий, а также теплоизоляции. Показателем данной характеристики материалов служит коэффициент теплопроводности (λ), показывающий количество тепла, проходящее в течение 1 ч. через материал толщиной 1 м и площадью 1 м² при разности температур между поверхностями в 1°.

Определение коэффициента теплопроводности, особенно в условиях торговли, вызывает определенные трудности, поэтому о теплозащитных свойствах строительных товаров в торговой практике судят по косвенным показателям. Известно, что чем выше пористость однородного материала, тем ниже его теплопроводность. Это учитывают при оценке качества глиняного и силикатного кирпича, где по водопоглощению судят не только о теплозащитных свойствах, но и о прочности материала.

Долговечность для многих материалов в зависимости от их вида и условий эксплуатации косвенно может характеризоваться:

- морозостойкостью;
- стойкостью к агрессивным средам;
- биостойкостью;
- прочностью при износе.

Примером долговечности может служить облицовочный камень (см. табл. 4).

Таблица 4 – Классификация облицовочного камня по долговечности

Группа камня по долговечности	Разновидности камней	Первые признаки разрушения, лет
Весьма долговечные	Кварцит, мелкозернистый гранит	650
Долговечные	Крупнозернистый гранит, сиенит, габбро, лабрадорит	220-350
Относительно долговечные	Белый мрамор, плотный известняк и доломит	75-150
Недолговечные	Цветной мрамор, гипсовый камень, пористый известняк	20-75

Морозостойкость – способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без признаков разрушения и заметного снижения прочности. Большинство материалов, находящихся в условиях постоянного, частичного или полного насыщения водой и замораживания ее (фундаменты и стены зданий в холодный период года), постепенно теряют свою прочность и со временем могут разрушаться, что связано с увеличением в объёме воды, содержащейся в порах материала, при замораживании на 9%. В результате этого стенки пор начинают испытывать значительные напряжения (до 2000 кгс/см²) и могут разрушиться.

Морозостойкость наряду с прочностью и другими свойствами может служить косвенной характеристикой долговечности таких строительных материалов, как цемент, кирпич, шифер и др.

Стойкость к действию агрессивных сред, содержащихся в воде, - ещё один важный признак для материалов, контактирующих с кислотами, щелочами, растворенной угольной кислотой и прочими реагентами, часто присутствующими в грунтовых и сточных водах. К таким строительным материалам относятся цемент, кирпич, керамические и некоторые другие материалы, применяемые для сооружения фундаментов зданий и подвальных помещений. Стойкость материалов к действию различных агрессивных сред зависит прежде всего от их химического состава. Такие материалы, как цемент (особенно специальные виды) и глиняный кирпич, обладают высокой прочностью к действию агрессивных сред, содержащихся в воде, и широко применяются при сооружении фун-

даментов и цоколей зданий, столбов, подвальных помещений и т.п. Силикатный же кирпич неустойчив к действию растворенной в воде углекислоты. Входящий в его состав карбонат кальция переводится в этих условиях в растворимый в воде бикарбонат: $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, и материал со временем разрушается.

Биостойкость – способность материалов сопротивляться разрушающему действию растительных и животных организмов (грибов, лишайников, мхов, водорослей, микроорганизмов-деструкторов, насекомых и т.д.). Наиболее важно учитывать биостойкость строительных материалов органического происхождения, прежде всего древесины. Повысить биостойкость можно путём обработки древесины антисептиками-биоцидами (бихромат натрия, фтористый и кременфтористый натрий и аммоний и др.), увеличив тем самым (в 5-7 раз) долговечность древесных строительных материалов.

Безвредность – способность материала не выделять в окружающую среду вещества в количествах, вредных для здоровья человека. Особенно важно это свойство для материалов, применяемых внутри помещения. Наибольшую потенциальную опасность из группы строительных материалов представляют пластические массы, ингредиенты которых (пластификаторы, стабилизаторы, продукты деструкции полимера) могут выделяться в окружающую среду и через органы дыхания попадать в организм человека. Поэтому, безвредность является необходимым условием применения многих строительных материалов, особенно полимерных отделочных пленок и плиток для полов, линолеумов и т.п. Перед применением в строительстве материалы проходят тщательную санитарно-химическую и токсикологическую проверку в учреждениях Министерства здравоохранения РФ.

Эстетические свойства часто определяют выбор отделочных строительных материалов, особенно для внутренней отделки помещения (обои, декоративные отделочные пленки, плитки и листовые материалы, линолеумы и др.). В зависимости от их вида данные свойства определяются:

- цветом;
- рисунком;
- фактурой поверхности;
- блеском;
- размерами;
- формой;
- для древесины — текстурой и др.

РАЗДЕЛ 2. ДРЕВЕСНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Древесина – самый древний строительный материал. После изобретения пилы главными строительными материалами становятся брус и доска. В конце XVIII вв. России появились первые строгальные машины. Наряду с развитием техники рубки и пиления древесины, утилизации отходов ее переработки (опилок, стружек и др.) инженеры и строители пытались усовершенствовать способы повышения биостойкости и огнестойкости деревянных конструкций.

Современные древесные материалы – это не просто механически обработанная (распиленная, остроганная и т.п.), но и подвергнутая сложной технологической обработке древесина. Так получают композиционные материалы с улучшенными эксплуатационными свойствами: повышенной прочностью, огнестойкостью, стойкостью к гниению (древесные пластики, плиты древесностружечные и древесноволокнистые и др.).

Материалы из древесины, сохранившие ее природную структуру и химический состав, называют *лесоматериалами*. Их подразделяют на:

- необработанные;
- обработанные.

Необработанные лесоматериалы получают из спиленных деревьев путем очистки от ветвей и деления на части требуемой длины (круглые лесоматериалы); применяют их в строительстве очень ограниченно, используя как сырье для деревообрабатывающих комбинатов. Материалы, выработанные из круглого леса и сохранившие природную структуру и свойства, относят к обработанным лесоматериалам.

Достоинства древесины:

- обладает достаточной прочностью и невысокой плотностью;
- легко обрабатывается, склеивается;
- удерживает металлические крепления, что позволяет получить сборно-разборные конструкции, удобные для монтажа и транспортировки;
- имеет малую теплопроводность, высокую морозостойкость и стойкость в среде, агрессивной даже для стали и бетона;
- отличается высокими декоративными свойствами;
- является ценным отделочным материалом.

Недостатки:

- неоднородность (анизотропность) строения;
- гигроскопичность;
- загниваемость;
- горючесть;
- коробление;
- растрескивание;

- наличие пороков, которые ограничивают сроки службы изделий и сферу применения.

Благодаря современным научным достижениям возможно продление срока эксплуатации дерева в конструкциях методом сушки, обработки синтетическими материалами, пропитки огнезащитными средствами.

2.1. Физические и механические свойства

Физические и механические свойства древесины определяют способы ее переработки в строительные материалы и изделия, области применения и условия эксплуатации деревянных конструкций. К физическим свойствам древесины относятся: влажность, усушка, разбухание, истинная и средняя плотность, пористость, теплопроводность и др. (см. табл. 5).

Таблица 5 – Среднее значение физических свойств основных хвойных и лиственных пород (при влажности 12%)

Порода	Плотность, кг/м ³		Пористость, %	Среднее число годовых слоев в 1 см
	при 12%-ной влажности	Свежесрубленной		
Сосна	530	860	53...70	6
Ель	460	790	62...65	12
Лиственница	680	840	46...73	10
Пихта	390	800	55...81	8
Дуб	720	1030	32...61	6
Береза	640	880	50...61	5
Бук	650	950	40...70	7
Осина	500	760	62...80	5

Для древесных отделочных материалов важную роль играют эстетические характеристики: цвет, блеск, текстура. Для древесных конструкционных материалов основными являются механические свойства: прочность на растяжение и сжатие (вдоль и поперек волокон), изгиб, сдвиг и др., а также технологические свойства древесины; легкость обработки различными инструментами, способность удерживать металлические крепления, хорошая окрашиваемость и склеиваемость и др.

Влажность (W, %) - количество воды, содержащееся в данный момент в древесине. Различают три вида влаги в древесине:

- капиллярную (свободную), содержащуюся в полости клеток и межклеточном пространстве
- гигроскопическую, находящуюся в стенках клеток;

- химически связанную, входящую в химический состав веществ, из которых состоит древесина.

По степени влажности древесину разделяют на:

- мокрую, долго находившуюся в воде ($W = 100\%$ и более);
- свежесрубленную ($W = 35\% \dots 100\%$);
- воздушно-сухую ($W = 15\% \dots 20\%$);
- комнатно-сухую ($W = 8\% \dots 13\%$);
- абсолютно сухую ($W = 0$).

Условно стандартной считают влажность, равную 12%. В строительстве разрешается применять древесину с влажностью не более 20%, но следует учитывать, что повышенная влажность в древесине способствует поражению древесины плесенью, грибами, приводит к короблению, усушке и растрескиванию деревянных деталей и конструкций.

Гигроскопичность древесины – её способность поглощать водяные пары из воздуха. Сухая древесина поглощает влагу, а влажная отдает влагу окружающему воздуху. Влажность воздуха – величина непостоянная, поэтому влажность древесины также может меняться.

Усушка древесины – уменьшение ее линейных размеров и объема, происходящее при испарении из нее гигроскопической влаги. Неравномерная усушка древесины в различных направлениях вызывает коробление и образование трещин, что уменьшает прочность древесины и снижает ее качество. В строительной практике усушка древесины вызывает образование щелей между деревянными конструктивными элементами, а разбухание приводит к выпучиванию. Для уменьшения водопоглощения и гигроскопичности древесины поверхность деревянных изделий покрывают лакокрасочными материалами.

Разбухание древесины – увеличение ее размеров и объема при поглощении гигроскопической влаги (оболочками клеток). Из-за неоднородности строения древесина усыхает или разбухает в различных направлениях неодинаково.

Древесина обладает небольшой теплопроводностью, которая зависит от пористости, направления волокон, плотности древесины, от породы, влажности и температуры. Распространение звука в древесине зависит от породы и направления движения звука: высокая скорость распространения звука наблюдается вдоль волокон, медленнее в радиальном направлении и в 4 раза медленнее в тангенциальном направлении.

Механические свойства древесины зависят прежде всего от ее плотности, влажности и наличия пороков. Древесина большой плотности имеет более высокую прочность. Увеличение влажности от 8 до 30%, наличие пороков и гнили снижают прочность и твердость древесных материалов и, наоборот, уменьшение количества влаги в рассматриваемых материалах, например от 20 до 8%, заметно повышает их механические показатели.

Прочность древесины характеризуется пределами прочности при сжатии, растяжении, статическом изгибе и скалывании (см. табл. 6).

Таблица 6 – Средние показатели механических свойств древесины хвойных и лиственных пород (при 12%-ной влажности)

Порода	Предел прочности, МПа				
	Rсж вдоль волокон	Rиз	Rсж вдоль волокон	при скалывании	
				в ради- альном направ- лении	В тан- генци- альном направ- лении
Лиственница	52	97	129	11,5	12,5
Сосна	44	79	115	7	7,5
Ель	42	77,5	122	5	5
Пихта	33	58,5	84	6	6,5
Дуб	52	94	129	8,5	10,5
Бук	46	94	129	10	13

Так как древесина имеет неоднородное строение, то и сопротивляется указанным деформациям по-разному. В колоннах, стойках, опорах и т.д. усилия прикладываются к дереву вдоль волокон; на стены срубов, шпалы и т.д. усилия действуют поперек волокон. Древесина плохо сопротивляется напряжениям смятия и скалывания, поэтому древесину ограниченно используют в конструкциях, работающих на растяжение.

Древесина хорошо сопротивляется изгибу, в связи, с чем ее широко используют для конструкций, работающих на изгиб (балки, стропила, фермы и т.д.). Например, у лиственных пород прочность при изгибе в радиальном и тангентальном направлениях одинакова, а у хвойных пород прочность в тангентальном направлении немного больше, чем в радиальном.

Твердость. При сравнительно высоких показателях прочностных свойств древесина обладает небольшой твердостью. Твердость ели, сосны, пихты, ольхи составляет 35...50 МПа, а у твердых пород (дуб, береза, ясьень, лиственница) – 50...100 МПа.

Древесина хорошо сопротивляется ударным и вибрационным нагрузкам, практически не стареет и этим выгодно отличается от искусственных полимерных материалов, которые в обычных атмосферных условиях подвергаются сравнительно быстрому старению.

2.2. Эстетические свойства

Цвет, блеск и текстура определяет эстетические свойства древесных строительных материалов.

Цвет древесины – ее важнейшее декоративное свойство и диагностический признак, который зависит от породы, района и условий произрастания, хранения, возраста дерева и др. Древесина хвойных пород, имеющая довольно простое строение, характеризуется в большинстве случаев и однообразной текстурой. Текстура древесины лиственных пород более богата и выразительна. Цвет свежего разреза большинства пород древесины под влиянием воздуха и света постепенно изменяется: становится более темные оттенки и менее ярким. Деревья умеренного климата имеют более светлую окраску древесины по сравнению с деревьями тропической зоны. С возрастом дерева интенсивность окраски заметно увеличивается.

Ель, пихта, осина, береза, клен имеют светлую древесину (слегка желтый или розоватый цвет); самшит - жёлтую; вяз, дуб, кедр – жёлто-коричневую; вишня – красно-коричневую; белая акация - желтовато-зеленую и т.д.; существуют десятки других цветов и оттенков древесины. Изменение цвета древесины (потускнение, серая, синяя окраска) может быть вызвано грибами.

Блеск различных пород древесины связан с их плотностью и видом разреза; наблюдается на радиальном срезе у некоторых лиственных пород древесины, особенно у клена, бука, дуба, красного дерева. Сильно развитые сердцевинные лучи дуба в радиальном разрезе дают блестящие пятна.

Текстура или *рисунок поверхности* – естественный рисунок поверхности древесины, образующийся в результате перерезания волокон, годовых слоев, сердцевинных лучей и других составляющих строения древесины (рис.1). Она определяется характером макроструктуры, на конкретном разрезе, различием в цвете определенных его участков. Текстура состоит из ясно различимых крупных сосудов, широких сердцевинных лучей, годовых слоев, направления волокон (волокнистое, завиток, свилеватое). Чем сложнее строение древесины, тем разнообразнее ее текстура.

Следует отметить, что сердцевинные лучи некоторых древесных пород имеют отличные от древесины цвет, блеск и окраску и в сочетании с годовыми слоями образуют красивые текстуры, например у платана, дуба, бука, клена, ореха и др.

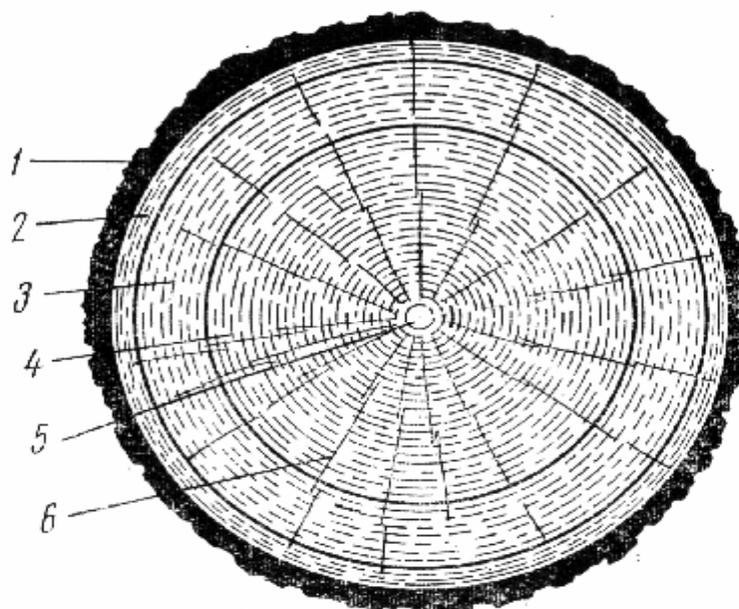


Рис. 1. Строение ствола в торцевом разрезе: 1— кора; 2 — камбий; 3 — заболонь; 4 — ядро; 5 — сердцевина; 6 — сердцевинные лучи

2.3. Потребительские свойства

Древесина обладает комплексом весьма ценных свойств, позволяющих во многих случаях отдавать ей предпочтение по сравнению с другими строительными материалами. Наиболее важными потребительскими свойствами древесины как строительного материала являются:

- прочность;
- водостойкость;
- стойкость к агрессивным средам;
- теплозащитные свойства;
- долговечность и эстетичность;
- безвредность и некоторые другие.

Прочность древесины. Древесина как волокнистый материал анизотропна, т.е. имеет различные показатели механических свойств, и, прежде всего прочности вдоль и поперек волокон. Механические свойства древесины зависят также от породы и возраста дерева, которые определяют особенности строения, пороки, влажность. Поэтому их определяют по образцам, без пороков, имеющих стандартные размеры при стандартной (12%) влажности.

Древесина характеризуется высоким сопротивлением *сжатию* вдоль волокон, что определяет ее частое применение для работы в этих условиях (сваи, стены, стропила ферм и др.). Предел прочности при сжатии значительно меньше, однако достаточно высок и позволяет использовать древесину в этих условиях (железнодорожные шпалы).

Водостойкость древесины. Прочность древесины при ее водонасыщении изменяется незначительно, но колебания влаги в древесине могут привести к изменению размеров и форм изделий. Уменьшение линейных размеров при высыхании древесины называется усушкой. Наибольшая усушка наблюдается в поперечном направлении волокон, причем она неравномерна: тангентальная усушка в 1,5-2 раза больше, чем радиальная, и достигает 7-12%. Усушка вдоль волокон обычно не превышает 0,1% и во внимание не принимается. Практическое же значение поперечной усушки велико и ее приходится учитывать. Неравномерное изменение размеров древесины способно привести к возникновению внутренних напряжений, результатами которых могут явиться коробление или растрескивание материалов.

Надежность древесины как материала для сооружения фундаментов, стен, подвалов, чердаков характеризуется ее биостойкостью и огнестойкостью, а материалов для сооружения полов – прочностью при износе. Гниение древесины возникает в результате развития в ней грибов, которые питаются веществом древесины и вызывают ее разрушение. Для повышения *биостойкости* древесины ее пропитывают антисептиками. Древесина легко загорается и поэтому считается огнеопасным материалом. Пиломатериалы загораются быстрее, чем круглые лесоматериалы; строганные пиломатериалы загораются медленнее, чем не строганные. Для увеличения огнестойкости древесины ее пропитывают антипиренами, которые делают ее трудновоспламеняемым материалом. Это существенно расширяет области применения лесоматериалов, делает изделия и конструкции из них более пожаробезопасными, а, следовательно, более надежными.

Прочность при износе является важнейшим фактором, определяющим долговечность изделий из древесины, применяемых для сооружения полов и лестниц. Прочность древесины при износе зависит от ее механической прочности и твердости. Высокой прочностью при износе обладают наиболее твердые породы - дуб, бук, клен, вяз, береза железная, самшит.

Древесина как высокопористое тело обладает хорошими **теплоизоляционными свойствами**. Теплопроводность древесины зависит от характера ее пористости, влажности, направления волокон, плотности. Вследствие высоких теплоизоляционных свойств древесина широко применяется в строительстве в качестве стенового материала.

Эстетические свойства древесины определяются цветом, блеском и текстурой. Цвет древесины характеризуется такими факторами, как порода, район и условия произрастания, возраст, условия хранения. Древесина пород, произрастающих в южных районах страны (дуб, орех, тисе), имеет более интенсивную окраску, чем пород умеренного и северного пояса (сосна, ель, осина, береза). Эстетические свойства древеси-

ны определяют ее широкое применение при изготовлении отделочных материалов, паркета, фанеры.

По сравнению с другими строительными материалами древесина характеризуется высокими **эргономическими свойствами**. Материалы и изделия на ее основе удобны в пользовании. Они легки: масса 1 м³ воздушно-сухой древесины хвойных пород равна 0,5-0,6 т, в то время как масса 1 м³ железобетона – 2,4, кирпичной кладки – 1,8 т.

Древесина легко обрабатывается на станках; из нее можно получить изделия практически любой формы. Она легко и прочно склеивается. Своеобразной особенностью древесины является ее способность удерживать крепежные изделия: гвозди, шурупы и др. Это дает возможность создавать сборно-разборные конструкции, удобные для транспортирования и монтажа.

Безвредность, высокие гигиенические свойства, особенно после нанесения лакокрасочных покрытий, позволяют широко применять древесину внутри помещений при сооружении потолков, полов, стен, перегородок, в качестве отделочного материала, а также для изготовления рам, подоконников, дверей, плинтусов и др.

2.4. Пороки древесины

Пороками древесины являются разнообразные отклонения строения древесины и ствола от нормального, а также повреждения и поражения древесины грибами и насекомыми, существенно понижающие качество древесины и ограничивающие области ее применения в строительстве. Пороки механического происхождения, возникающие в древесине в процессе ее добычи и обработки, называют *дефектами*. Всего насчитывается более 200 пороков. Их классифицируют на 8 групп:

- сучки;
- трещины;
- пороки формы ствола;
- пороки строения древесины;
- ненормальная окраска и гнили;
- грибные поражения;
- повреждения насекомыми;
- дефекты.

Сучки представляют собой основания ветвей, заключенные в древесине ствола; для деловой древесины они являются пороком, т.к. затрудняют обработку древесины, влияют на ее механические свойства, ослабляют сечение изделий, снижают сортность.

Трещины нарушают целостность лесоматериалов, уменьшают выход высокосортной продукции, снижают прочность, а в некоторых случаях

делают древесину непригодной для строительных целей. К трещинам относятся морозобоина, метик, ветреница, отлуп, трещины усушки (рис. 2).

Морозобоиной является наружная открытая продольная трещина, возникающая при резком изменении температуры в зимнее время. Морозобоина снижает качество круглого леса, поражая толстые стволы клена, бука, дуба, ясеня, ореха, реже осину и липу.

Метик – одна или несколько продольных трещин, проходящих через сердцевину, но не доходящих до коры. Метик влияет на качество материала при распиловке бревен.

Отлуп – это внутренняя трещина, идущая по годовому слою вдоль ствола и возникающая из-за перемены температур или усыхания центральной части ствола дерева. Усыхающая часть, сокращаясь в объеме, отрывается от наружных слоев. Отлуп часто встречается у дуба, осины, пихты, ели.

Ветреница – трещины, образующиеся при раскачивании дерева ветром. В отличие от метика ветреница не распространяется на всю высоту ствола, а проходит лишь в комлевой части.

Трещины усушки образуются на срубленной древесине и пиломатериалах при нарушении технологического режима сушки и хранения. Трещины усушки также снижают прочность и сортность древесины.

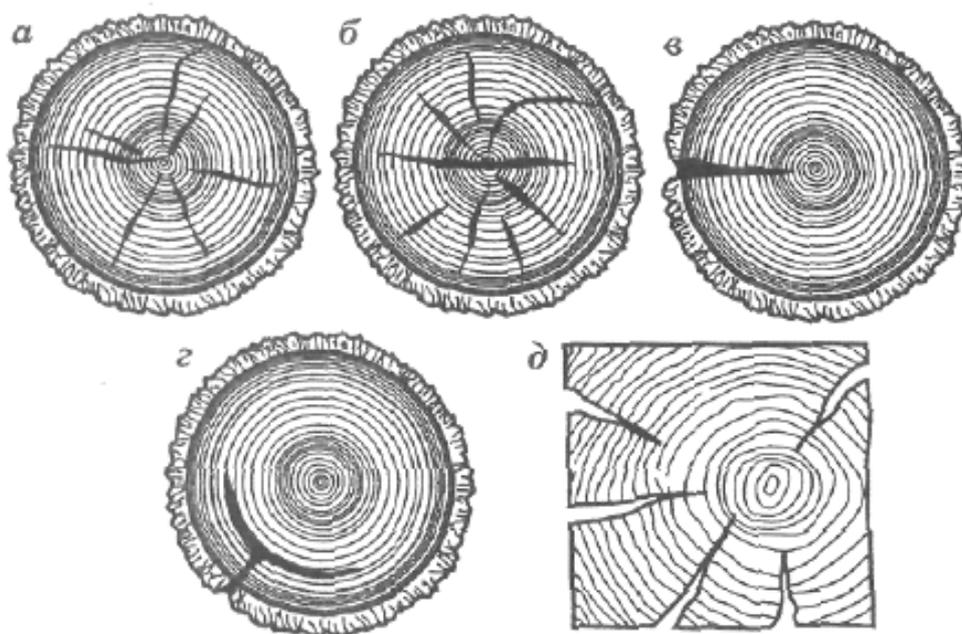


Рис 2. Трещины: а - ветреница; б - метик; в - морозобоина; г - отлуп; д - трещина усушки

Пороки формы ствола уменьшают полезный выход продукции. К ним относят кривизну ствола, сбежистость, закомелистость (рис. 3).

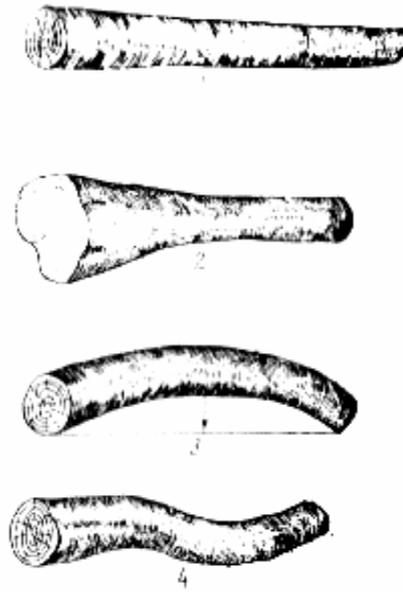


Рис. 3. Дефекты древесины:
1-сбежистость; 2 - закомелистость; 3- кривизна односторонняя;
4- кривизна двусторонняя

Кривизна представляет собой искривление ствола по длине. Ствол может быть искривлен в одной или разных плоскостях.

Сбежистость представляет собой резкое уменьшение диаметра ствола от комля к вершине. Сбежистость древесины значительно понижает предел прочности при поперечном изгибе.

Закомелистость – резкое утолщение комля по сравнению с остальной частью ствола. Этот порок увеличивает отходы древесины при распиловке, уменьшает выход пиломатериалов.

Пороки строения древесины (рис. 4) образуются вследствие ненормальных условий роста дерева и климатических воздействий. К ним относят косослой, свилеватость, крень, двойную сердцевину.

Косослой выражается в винтообразном направлении древесных волокон. Он значительно ухудшает физико-механические свойства древесины. Косослойная древесина подвергается значительному короблению и скручиванию.

Свилеватость — неправильное строение древесины, выраженное в резко волнистом или беспорядочном расположении волокон. Чаще всего встречается у лиственных пород в нижней комлевой части ствола (осины, клена, ясеня, березы, тополя). Этот порок снижает у древесины прочность при растяжении, изгибе, сжатии, но увеличивает прочность при скалывании. Свилеватую древесину используют как отделочный материал с красивой текстурой.

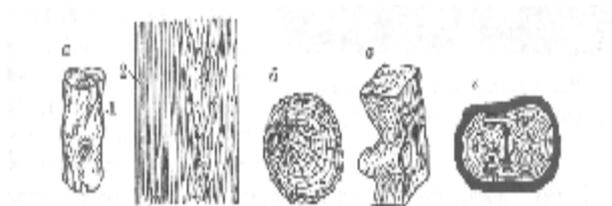


Рис. 4. Пороки строения дерева: а – косослой (наклон волокон) ; б – крень; в – свилеватость; г – двойная сердцевина: 1 – в бревне; 2 – в пиломатериалах

Основными причинами возникновения дефектов являются неблагоприятные условия произрастания дерева, воздействие на древесину насекомых, плесени, грибов, а также механические повреждения.

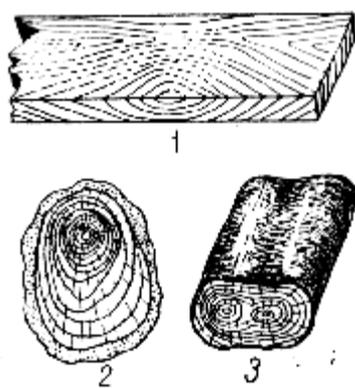


Рис. 5. Дефекты древесины: 1- завиток; 2- крень; 3- двойная сердцевина

Крень – ненормальное утолщение летней древесины (поздней) годичного слоя со значительным повышением его твердости на более узкой стороне и смещением сердцевины. Повышенная твердость затрудняет механическую обработку древесины. Чаще встречается у хвойных пород.

Двойная сердцевина характеризуется наличием двух сердцевины в одном поперечном сечении ствола. Этот порок снижает качество сортамента (рис. 5).

Повреждение древесины насекомыми, или **червоточина**. Червоточинной являются ходы и отверстия, проделанные в древесине насекомыми и их личинками (жуки-короеды, жуки-усачи, долгоносики, домовые жуки-точильщики, термиты и др.). Поверхностная червоточина не снижает прочности древесины и при распиловке уходит в горбыли. Другие виды червоточины нарушают целостность древесины и ухудшают ее механические свойства. Такую древесину не разрешается использовать для изготовления несущих деревянных конструкций.

Дефекты древесины могут возникнуть при неправильных режимах обработки древесины. К ним относят механические повреждения (отщеп, откол), покоробленность, образующуюся при сушке и хранении.

2.5. Древесные материалы, применяемые в строительстве

Широкое применение древесины в строительстве объясняется большими лесными ресурсами России, а также комплексом ценных потребительных свойств древесины как строительного материала.

Хвойные породы. Древесина хвойных пород обладает невысокой плотностью, по сравнению с лиственными она легче обрабатывается, ствол обычно имеет правильную форму, что позволяет полнее использовать их в строительстве, а смолистость повышает их технические свойства. Из хвойных пород чаще всего применяют сосну, лиственницу, ель, пихту, кедр.

Сосна – ядровая порода, обладает высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Ядро у нее буро-красного цвета, а заболонь желто-белого, имеет смоляные ходы. Древесина сосны легко обрабатывается, мягкая (плотность 470...540 кг/м³) и прочная. В строительстве применяют в качестве конструкционного материала: балок, стоек, свай; изготавливают деревянные несущие конструкции, столярные изделия, фанеру, пиломатериалы и т.д.

Лиственница имеет ядро красновато-бурого цвета и узкую заболонь белого цвета, резко отличающуюся от ядра. Древесина лиственницы плотная (630...790 кг/м³), твердая и прочная, имеет мелкие немногочисленные смоляные ходы, обладает стойкостью против загнивания. По физико-механическим свойствам превосходит все хвойные породы. Недостаток – большая разница между радиальной и тангентальной усушкой, поэтому лиственница склонна к растрескиванию. Применяют для гидротехнических и подземных сооружений; для изготовления шпал, рудничных стоек.

Ель – спелодревесная безъядровая порода, имеет белый цвет, иногда с желтоватым или розовым оттенком; имеет незначительное количество смоляных ходов, менее стойка против загнивания, чем сосна. Средняя плотность и прочность ели ниже, чем у сосны. Из-за наличия большого количества твердых сучков трудно обрабатывается. Применяют в виде бревен и пиломатериалов, изготавливают столярные изделия, эксплуатируемые в сухих условиях.

Пихта по древесине схожа с елью, белого цвета, отсутствуют смоляные ходы. По техническим свойствам близка к древесине ели, однако менее стойка к загниванию. В строительстве древесину пихты используют для тех же целей, что и древесину ели; не рекомендуется к применению во влажных условиях эксплуатации.

Кедр – ядровая порода, имеющая смоляные ходы. По физико-механическим свойствам он приближается к сосне. Кедр имеет мягкую и легкую древесину, легкообрабатываемую. Применяют в виде круглых лесоматериалов, производстве фанеры, столярном и мебельном производстве.

Лиственные породы. По запасам древесины лиственные породы уступают хвойным, но по многообразию применения превосходят их (в строительстве их используют значительно реже, чем хвойные). Наибольшее применение в строительстве имеют дуб, ясень, бук, береза, осина, ольха.

Дуб – ядровая порода с широкими и узкими сердцевинными лучами. Древесина желтоватого цвета, плотная (около 720 кг/м^3), очень прочная (при сжатии вдоль волокон - около 60 МПа) и твердая, отличается красивой текстурой; сохраняется как на воздухе, так и под водой; обладает высокой стойкостью против гниения. Дуб применяют в ответственных конструкциях, гидротехнических сооружениях, мостостроении, для изготовления дубового паркета, мебели, столярных изделий, облицовочной фанеры. Особенно ценится мореный дуб черного или темно-серого цвета.

Ясень – ядровая порода, по текстуре напоминает дуб, но имеет узкие сердцевинные лучи. Древесина ясеня тяжелая ($660..740 \text{ кг/м}^3$), вязкая, гибкая, прочная и твердая, более светлой окраски. Благодаря красивой текстуре применяется в качестве отделочного материала, при изготовлении мебели, столярных изделий и др.

Бук – спелодревесная порода; древесина плотная (около 650 кг/м^3), прочная, белого цвета с красноватым оттенком, легко раскалывается, поддается гниению. Применяют для производства паркета, мебели, фанеры.

Береза – заболонная порода, широко распространенная в наших лесах. Древесина березы твердая, прочная, тяжелая (около 650 кг/м^3), вязкая, относительно легко загнивает в сырых и плохо проветриваемых местах. Цвет древесины белый с желтоватым или красноватым оттенком. Применяется для изготовления фанеры, в качестве столярных изделий и отделочных материалов. Для отделочных работ особую ценность представляет карельская береза с красивой извилистой структурой.

Осина – заболонная порода. Древесина с зеленым оттенком, легкая ($420...500 \text{ кг/м}^3$), мягкая, в сухой среде довольно прочная; во влажных условиях быстро загнивает; по прочности уступает березе. Применяют для изготовления фанеры, древесных плит, тары.

Ольха – заболонная порода с мягкой, легкой древесиной, склонной к загниванию, ломкая и сильно коробится. Используют ольху для изготовления фанеры и столярных изделий.

Другие породы лиственной древесины (клен, липа) используют в строительстве лишь в небольшом количестве.

Следует отметить, что ядровая древесина образуется в возрасте 15-30 лет и не у всех древесных пород. В растущем дереве ядро выполняет в основном механическую роль, придавая стволу устойчивость. Соотношения ядра и заболони зависят от породы, возраста, условий произрастания деревьев и других факторов. Чем больше древесины содержится

в ядровой части, тем, механически более прочной и более биостойкой будет древесина в целом.

К ядровым породам относятся: из хвойных – лиственница, сосна, кедр, тисе, можжевельник; из лиственных – дуб, ясень, вяз, тополь и др.

У заболонных пород древесина центральной и периферийной частей одинакова. Она состоит из живых клеток и по ней движется восходящий поток воды с растворенными в ней питательными веществами. В этой древесине меньше дубящих, красящих и смолистых веществ; она более рыхлая, влажная, менее гнилостойкая и механически прочная. *К заболонным породам* относятся: из хвойных – ель и пихта, из лиственных – береза, ольха, липа, осина, бук, клен и др.

2.6.Ассортимент древесных материалов и изделий

Вырабатываемая из древесины строительная продукция чрезвычайно многообразна и включает несколько тысяч наименований. Совокупность лесоматериалов различного назначения и вида называется *сортиментом*. Весь сортимент деловых строительных материалов и изделий в зависимости от степени обработки и готовности к применению может быть подразделен на три группы:

- круглые лесоматериалы;
- пиломатериалы (пиленный сортимент); (рис.6.)
- полуфабрикаты и готовые изделия.

Круглые лесоматериалы представляют собой отрезки древесных стволов различной длины, очищенные от сучьев, а иногда и от коры. Они могут быть разделены по породам, толщине и назначению.

По породам круглые лесоматериалы делятся на полученные из древесных:

- хвойных пород;
- лиственных пород.

По толщине, определяемой диаметром верхнего отреза в см, они делятся на:

- мелкие (8-13 см с градацией в 1 см);
- средние (14-24 см с градацией в 2 см);
- крупные (26 см и более с градацией в 2 см).

По назначению подразделяются на:

- используемые в круглом виде;
- для распиловки;
- для лущения и строгания.

В зависимости от диаметра верхнего торца (вершины) круглые лесоматериалы подразделяют на:

- бревна;
- подтоварники;
- жерди.

Бревна имеют диаметр верхнего торца не менее 14см и длину 4...6,5 м. Их подразделяют на:

- строительные;
- пиловочные.

Строительные бревна применяют для несущих строительных конструкций (стропил и ферм, для свай и пролетных строений деревянных мостов).

Пиловочные бревна используют для изготовления пиломатериалов. В строительстве чаще применяют бревна хвойных пород (сосны, ели, лиственницы), реже лиственных пород (дуба, березы, осины), которые используют для подсобных вспомогательных работ. В фанерном производстве используют преимущественно березовые, ольховые и осиновые кряжи (кряжи – толстые обрезки ствола дерева диаметром более 20 см). По качеству бревна подразделяются на три сорта. Определение сорта зависит от наличия в бревнах пороков древесины. Бревна должны быть очищены от сучьев заподлицо с поверхностью, торцы – опилены под прямым углом к продольной оси.

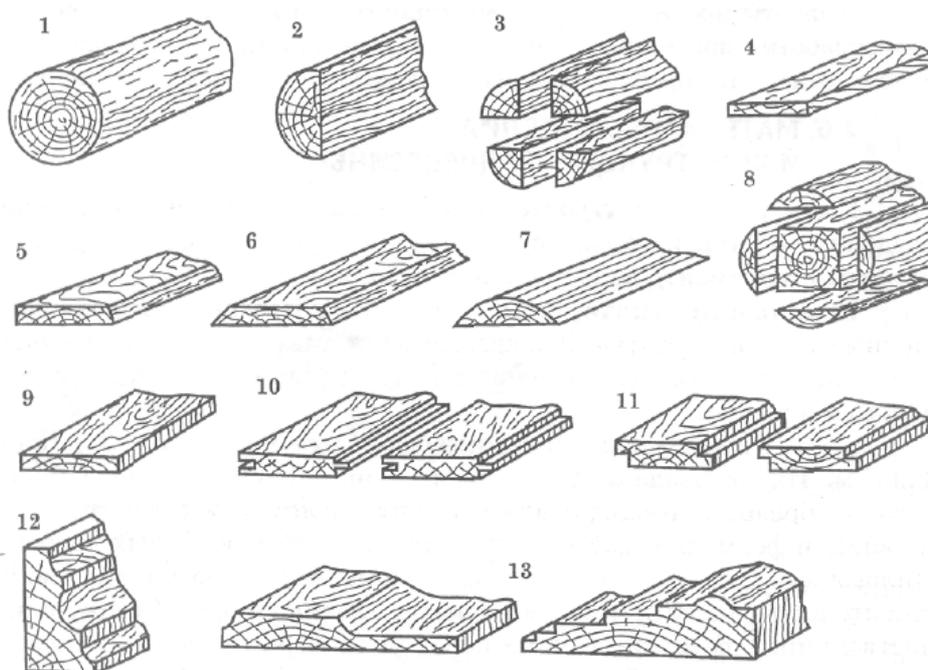


Рис 6. Виды пиломатериалов: 1 — строительное бревно; 2 — пластина; 3 — четвертины; 4, 5 — обрезные доски; 6 — необрезная доска; 7 — горбыль; 8 — брус; 9 — доска, строганная с четырех сторон; 10 — шпунтованные доски с пазом и гребнем; 11 — фальцованные доски; 12 — плинтус; 13 — наличники

Подтоварник – менее толстые отрезки ствола с диаметром верхнего торца 8...13 см и длиной 3...9 м. Применяют его для различных целей в жилищном и сельскохозяйственном строительстве, для вспомогательных и временных построек.

Жерди – тонкий кругляк с диаметром верхнего торца 3...7 см, длиной 3...9 м. Хранят круглый лес в штабелях по породам, сортам и длине.

С развитием строительства применение необработанных лесоматериалов постоянно сокращается.

Пиломатериалы получают при продольном распиле пиловочных бревен. Материалы с опиленными кромками называют обрезными, с неопиленными – необрезными. Пиломатериалы с частично обработанной кромкой называют полуобрезными. На рис. 4 представлены различные виды пиломатериалов. По форме поперечного сечения их подразделяют на брусья, бруски, доски, пластины, четвертины и горбыли.

Брусья имеют толщину и ширину более 100 мм. Их подразделяют на четырехкантные (опиленные с четырех сторон) и двухкантные (опиленные с двух противоположных сторон по параллельным плоскостям). Изготавливают брусья в основном из хвойных пород. Применяют их для устройства междуэтажных перекрытий, стропил и т.п.

Бруски имеют толщину менее 100 мм, отношение ширины к толщине не более двух, форма поперечного сечения бруска близка квадрату. Толщина брусков 50, 60, 75 и 100 мм, ширина от 50 до 200 мм, длина от 1 до 6,5 м. Из брусков изготавливают элементы деревянных конструкций, столярные изделия (рис.6).

Доски – пиломатериал, имеющий ширину, превышающую двойную толщину. Если все четыре канта доски обработаны и в сечении доска представляет правильный прямоугольник, она называется *обрезной*. При наличии спиленных кромок (обзолов) доска называется *необрезной*. Толщина досок 13...100, ширина 80...250 мм. Доски хвойных пород имеют длину до 6,5 м, лиственных - 5 м с градацией через 0,25 м. Доски тоньше 32 мм называют тонкими, или тесом, при толщине 40 мм и более – толстыми. Доски и бруски разделяют на пять сортов: отборный, 1, 2, 3 и 4-й. В столярном деле используют первый и второй сорта, в строительстве – все сорта.

Пластина – половина бревна, полученная при продольном распиливании.

Четвертина – одна четвертая часть бревна, полученная при распиливании по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

Горбыль – крайние спилы, получаемые при распиле бревен на доски или брусья.

Пластины, четвертины и горбыли применяют в строительстве в качестве вспомогательных и подсобных материалов.

Пиломатериалы хранят в штабелях, защищая сверху и с боков от снега и дождя, транспортируют обычно на железнодорожных платформах.

Из пиломатериалов хвойных и лиственных пород древесины изготавливают широкую номенклатуру изделий и полуфабрикатов, к которым можно отнести строганные погонажные изделия, изделия для паркетных полов, столярные плиты, оконные и дверные блоки, фанеру и др.

Строганные погонажные изделия включают:

- строганные доски шпунтованные
- профильный погонаж (измеряют погонными метрами).

Шпунтованные доски на одной кромке имеют паз, на второй – выступ или шпунт, что обеспечивает плотное соединение досок при устройстве полов. Размеры шпунта и паза строго согласованы: форма их может быть прямоугольной, треугольной, трапециевидальной и сегментной.

К профильным изделиям из древесины, имеющим широкое применение, относят:

- плинтусы и галтели, используемые для заделки углов между полом и стенами;
- наличники, применяемые для оформления дверных и оконных коробок;
- поручни для лестничных перил;
- раскладки;
- доски подоконные и др. (рис.7).

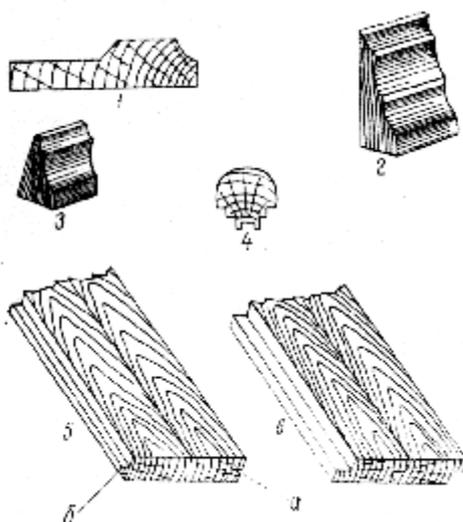


Рис. 7. Строганные погонажные детали:

- 1 — наличник; 2 — плинтус; 3 — галтель; 4 — поручень;
 5 — доска со шпунтом и гребнем (а — шпунт; б — гребень);
 6 — доска фальцованная

Погонажные изделия изготавливают длиной 2,1 м и более с градацией через 100 мм. Они могут быть цельными и составными как по длине, так и по сечению. Соединение клеевое.

К этой же группе можно отнести рейки для обшивки стен и потолков: фальцованные доски, вагонная обшивка - доски сечением 22x99 и

40x110 мм с пазом и гребнем на кромках («вагонка»). Они отличаются повышенной гладкостью поверхности и имеют пазы и фальцы для более плотного соединения кромками. Строганные доски, имеющие пазы и фальцы, называют соответственно *пазованными* и *фальцованными*.

Изделия для паркетных полов. Покрытие полов паркетом было известно еще в XVIII в. Это были полы высокого качества с мозаичным рисунком из ценных древесных пород во дворцах, богатых домах и усадьбах. В современной строительной практике используют следующие виды паркетных покрытий:

- штучный паркет;
- мозаичный (наборный) паркет;
- щитовой паркет;
- паркетные доски.

Штучный паркет (ГОСТ 862.1-85) предназначен для устройства полов в помещениях различного назначения и состоит из отдельных планок твердых древесных пород: дуба, бука, ясеня, лиственницы, клена и др. Планки изготовляют с пазом и гребнем, позволяющим сплотить планки, уложенные в различные варианты. Размеры планок: длина 150...400, ширина 30...60 и толщина 15 и 18 мм. В зависимости от качества, породы древесины и обработки планок их подразделяют на марки А (высшая категория качества) и Б (первая категория качества).

Мозаичный паркет (ГОСТ 862.2-85) применяют в жилых и общественных зданиях. Мозаичный паркет делят на типы П₁ и П₂. На мозаичном паркете П₁ планки наклеены лицевой поверхностью на бумагу, которую снимают вместе с клеем после настилки паркета на основание пола. На паркете П₂ планки наклеены для образования ковра обратной стороной на эластичный биостойкий теплозвукоизоляционный материал, который остается в конструкции пола после настилки паркета. В качестве эластичного материала используют битуминизированные древесноволокнистые плиты, плиты из резиновой крошки и другой материал. Размеры щитков 400x400 и 600x600 мм, толщина планок из дуба и бука 8 мм, из сосны и лиственницы 12 мм.

Щитовой паркет имеет основание из досок и брусков, на которое наклеивают паркетные планки. Размеры щитов 650x650 и 850x850 мм. Подбирая планки по цвету, текстуре и взаимному расположению, можно получить разнообразные рисунки паркетных полов.

Паркетные доски (ГОСТ 862.3-86) предназначены для устройства полов в жилых помещениях и состоят из паркетных планок, которые наклеены с определенным рисунком на основание. На кромках и торцах имеют пазы и гребни для соединения между собой. Размеры паркетных досок, мм: длина 1200, 1800, 2400, 3000; ширина 137, 145, 155, 160, 200; толщина 5, 18, 23, 27 мм. Основание паркетной доски делают из реек древеси-

ны сосны, ели, лиственницы, березы, ольхи и других пород, а лицевую поверхность паркетных досок покрывают лаком.

Влажность древесины всех видов паркета должна быть $8 \pm 2\%$. Планки паркета, а также готовые паркетные доски и мозаичный паркет имеют правильную геометрическую форму с параллельными и взаимно перпендикулярными сторонами. Лицевая их поверхность ровная и гладкая. Все паркетные изделия учитываются в штуках и квадратных метрах.

Шпон – тонкие срезы древесины заданной толщины. В зависимости от технологии получения шпон различают:

- строганный;
- лущеный.

Строганный шпон получают на фанерострогальных станках. Толщина шпона достигает 0,6...1 мм. Для его изготовления используют как ценные породы древесины (карельская береза, лимонное и красное дерево, орех), так и обычные (дуб, ясень, каштан, береза).

Лущеный шпон получают на лущильных станках путем срезания слоя древесины в виде непрерывной широкой ленты с вращающегося предварительно распаренного кряжа и последующего раскраивания на форматные листы. Толщина лущеного шпона 0,55...1,5 мм. Этот вид шпона изготавливают из березы, ольхи, бука, дуба, ясеня, липы, сосны, лиственницы, кедра. Для обогащения текстуры шпона лущение выполняют ножом с волнистым лезвием, расположенным под углом к продольной оси. Эта операция делает поверхность волнистой, а перерезание годовых слоев создает красивый рисунок. Расправленный между горячими плитами под давлением волнистый шпон сохраняет струйчатость рисунка и отличается высокой декоративностью.

Строительная фанера благодаря высоким конструкционным свойствам широко используется как в ограждающих, так и несущих конструкциях (балках, фермах, арках, рамах), для стен, перегородок, потолков, полов, изготовления встроенной мебели, многооборотной инвентарной опалубки, отделки интерьеров общественных зданий.

Фанера – листовый материал длиной до 3 м, шириной до 2 м, толщиной от 1,5 до 18 мм, склеенный из трех и более слоев лущеного шпона древесины березы, ольхи, ясеня, дуба, бука, липы, осины, клена, ели, сосны, пихты, кедра, лиственницы. (см. табл. 7). Допускаемые отклонения по толщине фанеры от $\pm 0,30$ до $\pm 0,50$ мм.

Наружные слои шпона в фанере называют «рубашками», а внутренние – «сердинками». Лицевая «рубашка» должна иметь меньше пороков (сучков и др.) и дефектов обработки. Склеивают листы так, чтобы направления волокон двух соседних листов шпона были взаимно перпендикулярны. Облицованная фанера марки ФОФ склеена фенолоформальдегидными, марки ФСК – карбамидными клеями.

Различают следующие виды фанеры:

- облицованная строганным шпоном;
- декоративная;
- бакелизированная.

Облицованной называется фанера, которая имеет один или оба наружных слоя из строганного шпона дуба, ореха, груши и других ценных пород. По количеству облицованных сторон фанера подразделяется на одностороннюю и двустороннюю, а по внешнему виду поверхности покрытия — на глянцевую и полуматовую. Промышленность выпускает фанеру, состоящую из трех, пяти, семи и девяти слоев.

Фанера декоративная - фанера, склеенная из 3-х или более листов лущеного шпона древесины березы, ольхи, липы, тополя и осины (для внутренних слоев фанеры марок ДФ-2 и ДФ-4 допускается использовать древесину лиственницы и сосны), облицованную пленочным покрытием в сочетании с декоративной бумагой или без нее (специальная декоративная бумага). Выпускают декоративную фанеру четырех марок: ДФ-1, ДФ-2, ДФ-3 и ДФ-4. Облицовочное покрытие фанеры ДФ-1 и ДФ-2 содержит мочевино-меламино-формальдегидную, а ДФ-3 и ДФ-4 – меламино-формальдегидную смолы.

Облицовочное покрытие фанеры ДФ-1 прозрачное (бесцветное или окрашенное), не скрывающее текстуру натуральной древесины; ДФ-2 – непрозрачное с декоративной бумагой, которая имитирует текстуру ценных пород древесины или с другим рисунком; ДФ-3 – повышенной водостойкости, прозрачное (бесцветное или окрашенное), не укрывающее текстуру натуральной древесины; ДФ-4 – повышенной водостойкости, непрозрачное, с декоративной бумагой, имитирующей текстуру ценных пород древесины или с другим рисунком.

Для изготовления декоративной фанеры всех марок применяют следующие сорта шпона:

- А – для наружных слоев двусторонней фанеры и для лицевого слоя односторонней фанеры;
- ВВ - для обратного слоя односторонней фанеры.

Декоративную фанеру изготавливают двух сортов: I и II. Виды и размеры дефектов, облицовочное покрытие декоративной фанеры ограничиваются стандартами (ГОСТ 14614-79). Влажность декоративной фанеры не должна превышать 10%.

Учитывают декоративную фанеру в квадратных метрах.

Применение – для изготовления мебели, столярных панелей, перегородок и потолков, причем ее обычно не отделяют.

Бакелизированная фанера (ГОСТ 11539-83) – фанера, изготовленная из листов лущеного березового шпона, склеенных между собой при взаимно перпендикулярном расположении волокон древесины синтетическими смолами. Этот вид фанеры характеризуется повышенной прочностью, ат-

мосферо- и водостойкостью. Для лицевых слоев применяют шпон сорта В, а для внутренних – сорта ВВ. Бакелизованную фанеру выпускают марок ФБС, ФБС₁, ФБВ, ФБВ₁, ФБС-А и ФБС₁-А и следующих размеров: длиной 5600 и 7700 мм (допускаемое отклонение ±40мм), шириной 1200-1550 мм (±20 мм), толщиной 5-18 мм (±0,5-2 мм). На гладкой поверхности фанеры допускаются царапины, валики и отпечатки от прокладок и плит глубиной не более 1 мм. Другие дефекты обработки, а также непропитанные и непромазанные смолой места на лицевом слое, пузыри, расслоения и недопрессовка не допускаются. Учитывают бакелизованную фанеру в кубических метрах.

Бакелизованная фанера отличается повышенной прочностью, атмосферо- и водостойкостью, что обусловлено пропиткой наружных шпонов или наружных и внутренних шпонов спирторастворимыми смолами. Иногда внутренние слои обрабатывают водорастворимыми смолами. Бакелизованную фанеру применяют в случаях, когда требуются повышенные прочность и водостойкость (для изготовления многократно используемой опалубки и деревянных строительных конструкций).

По степени обработки фанеру подразделяют на:

- шлифованную (с одной или двух сторон);
- нешлифованную;

по текстуре лицевого слоя:

- радиальную;
- полурадialную;
- тангенциальную.

В зависимости от вида применяемого клея и его водостойкости различают фанеру:

- повышенной водостойкости (марка ФСФ на фенолформальдегидном клее);
- средней водостойкости (марка ФК и ФБА соответственно на карбамидном и альбумино-казеиновом клеях);
- ограниченной водостойкости (марка ФБ на казеиновом клее).

Фанеру повышенной водостойкости применяют для несущих и ограждающих конструкций, можно и в условиях повышенной влажности, а также изготавливают инвентарную опалубку для производства бетонных работ.

Для обшивки стен внутри здания и устройства перегородок применяют фанеру средней и ограниченной водостойкости. Для отделки стен, перегородок, дверных полотен и т.д. применяют декоративную фанеру.

Размеры листов фанеры и ее толщина приведены в табл. 7.

Таблица 7 – Размеры листов фанеры, мм

Длина или ширина	Ширина или длина	Толщина
2440	1525	1,5; 2; 2,5
2440	1220	3
2135	1525	4
1830	1220	5
1525	1525	6; 7; 8; 9
1220	1220	10; 12
1525	725	10; 12
1220	1220	10; 12
1220	725	15; 18

Фанеру в зависимости от качества древесины лицевого и оборотного слоев и обработки шпона (шлифованная или нешлифованная поверхность) изготавливают пяти сортов:

$$\frac{A}{AB}; \frac{AB}{B}; \frac{B}{BB}; \frac{BB}{C}; \frac{C}{C}.$$

В строительстве применяют клееную фанеру марок ФСФ и ФК сортов не ниже В/ВВ. Фанера марки ФСФ имеет повышенную водостойкость и может использоваться для изготовления строительных конструкций.

Фанера марки ФК является фанерой средней водостойкости и может применяться в конструкциях и изделиях, эксплуатируемых внутри помещений. В строительстве следует преимущественно использовать фанеру, изготовленную из древесины хвойных пород, главным образом лиственницы, которая дешевле фанеры, изготовленной из березы. Эффективно применение клееной комбинированной фанеры с наружными тонкими слоями березового шпона и внутренними слоями толстого шпона из древесины хвойных пород.

Фанерные плиты

Фанерная плита – плита толщиной более 15 мм, состоящая из семи и более слоев лущеного шпона, склеенных между собой синтетическими клеями под давлением.

Фанерные плиты (ГОСТ 8673-93) подразделяются на следующие марки:

- ПФ-А;
- ПФ-Б;
- ПФ-В.

В плитах ПФ-А смежные слои шпона имеют взаимно перпендикулярное направление волокон древесины. Плиты ПФ-А изготавливают необлицованными и облицованными с одной или с двух сторон. Размеры плит: длина 1525±5; 1220±4 мм; ширина 1525±5; 1220±4 мм; толщина 15, 20, 25, 30, 45 мм.

В плитах ПФ-Б каждые пять слоев шпона, имеющих параллельное направление волокон, чередуются с одним слоем шпона, имеющим перпендикулярное направление. Количество слоев шпона с каждой стороны плиты одинаково. Размеры плит ПФ-Б: длина 1525±8 мм; ширина 1525±5; 1220±4 мм; толщина 35, 40, 45, 53, 62, 68, 78 мм.

В плитах ПФ-В все слои имеют параллельное направление волокон, за исключением центрального, который имеет перпендикулярное направление волокон. Размеры плит ПФ-В: длина 2200, 1830, 1525±5 мм, 1220±4 мм; ширина 1525±5, 1220±4 мм; толщина 15, 22, 26, 30 мм.

Поверхности лицевого и оборотного слоев всех плит изготавливают нешлифованными или шлифованными с одной или двух сторон.

Для наружных слоев необлицованных и оборотного слоя облицованных односторонних плит применяют лущеный березовый шпон, а для лицевых сторон облицованных плит – строганный шпон, для внутренних слоев — шпон из древесины березы, липы или сосны. В зависимости от качества древесины наружных слоев плиты делятся на следующие сорта:

- необлицованные односторонние – АВ/В, АВ/ВВ, В/ВВ, ВВ/С;
- необлицованные двусторонние – АВ, В, ВВ;
- облицованные односторонние – I/В, II/В;
- облицованные двусторонние – I, II.

Шероховатость поверхности древесины наружных слоев нешлифованных плит должна быть не ниже 6-го класса, шлифованных не ниже 7-го класса. Плиты обрезают под прямым углом гладким прямым резом, косина реза не более 8 мм на 1 м длины. В зависимости от марки и толщины плит покوروبленность не должна превышать 2-5 мм. Плиты должны быть прочно склеены, без пузырей и вздутий, при раскрое они не должны расслаиваться.

Влажность плит должна быть в пределах 5-12%.

Древеснослоистый пластик – новый вид листового материала на основе древесного шпона – многослойный листовый материал, получаемый горячим прессованием листов лущеного шпона, пропитанного синтетическими термореактивными смолами. В основном используется шпон древесины березы; из синтетических смол – фенолформальдегидная смола.

Древеснослоистые пластики обладают относительно высокой теплоустойчивостью (до 150°), высокой прочностью и красивым внешним видом. Широко применяются при изготовлении стеновых панелей, междуэтажных перекрытий, полов, для облицовки стен и перегородок, т.к. выполняют конструкционные и декоративно-отделочные функции. Древеснослоистые пластики выпускаются следующих размеров: длина 750-1500 мм, ширина 700-1300 мм, толщина от 1 до 10 мм.

Древесностружечные плиты (ДСП) получают горячим просажанием древесной стружки (88-92%) с синтетическими связующими, главным образом фенолформальдегидными и мочевиноформальдегидными смолами. Для придания плитам водо-, био- и огнестойкости в них вводят гидрофобные, антисептические и антипиреновые добавки.

В процессе прессования могут быть получены плиты различной объемной массы, а следовательно, различных свойств и применения. По объемной массе плиты подразделяют на:

- легкие (объемная масса до 500 кг/м³);
- средней (500-650 кг/м³);
- тяжелые (более 650 кг/м³).

С повышением объемной массы увеличиваются тепло- и звукопроводимость, твердость, прочность, износостойкость. Легкие плиты применяют в качестве тепло- и звукоизоляционного материала, средние используют как отделочный материал, а тяжелые – как материал для полов.

По наличию и виду отделки ДСП подразделяют на:

- неотделанные;
- отделанные шпоном, текстурной бумагой, синтетическими пленками, слоистыми пластиками, лаками и эмалями.

Промышленность выпускает ДСП следующих размеров: длина 1525-3500 мм, ширина 1220-1750 мм, толщина 10-50 мм.

Древесноволокнистые плиты (ДВП) изготавливают из древесных отходов или из низкокачественной (неделовой) древесины. Чаще всего используют древесину хвойных пород, имеющую длинные и прочные волокна. Технологический процесс изготовления ДВП состоит из превращения древесины в волокнистую массу, смешения ее с веществами, повышающими водо-, био- и огнестойкость, последующего формования и прессования массы. ДВП выпускаются примерно тех же размеров, что и ДСП.

К столярным изделиям относят **оконные и дверные блоки**, поступающие на стройку в полной готовности с навешенными полотнами и створками, окрашенными и застекленными. При перевозке и кратковременном хранении изделия следует защищать от увлажнения. Эти изделия изготавливают из древесины сосны, лиственницы, кедра, пихты, ели. Разме-

ры оконных и дверных блоков, их отделка, качество и укомплектование оконными и дверными приборами указаны в соответствующем ГОСТе.

Деревянные клееные конструкции изготавливают на деревообрабатывающих заводах и комбинатах и доставляют на строительные объекты в готовом виде.

Применение – в покрытиях, перекрытиях, мостах в качестве балок прямоугольного и двутаврового сечения, а также в виде арок и частей металлодеревянных ферм, в виде криволинейных и прямолинейных балок верхних поясов ферм и элементов решетки, рам, стоек и свай. Они наиболее эффективны в строительстве, т.к. легче и прочнее обычных, дешевле, надежнее в эксплуатации (при их изготовлении учитывают анизотропные свойства древесины); клеевая прослойка из высококачественных водостойких фенолоформальдегидных клеев обеспечивает монолитность конструкций.

Изготавливают их из пиломатериалов хвойных пород, иногда с применением строительной фанеры (склеенной водостойкими клеями).

2.7. Требования к качеству лесоматериалов и изделий из них

Степень влияния дефектов на сортность древесины зависит от их вида, размеров, места расположения, а также от назначения круглого лесоматериала. Во всех сортах не допускается гниль наружная трухлявая и белая мраморная. Допустимость остальных дефектов строго ограничивается, причем ограничения дифференцируются по сортам, породам.

Качество пиломатериалов зависит от качества распиливаемого сырья и качества распиловки. Поэтому качество пиломатериалов определяется как качеством древесины, так и чистотой и точностью обработки. Пиломатериалы хвойных пород являются на пять сортов, лиственных пород – на три сорта.

Дефектами древесины, определяющими сорт пиломатериалов, являются: сучки, гниль, грибные окраски, трещины, косослой червоточины и др. Указанные дефекты нормируются для каждого сорта и отдельно для хвойных и лиственных пород.

Требования к точности в чистоте обработки пиломатериалов установлены для каждого сорта. Основными дефектами обработки являются: обзол, кривизна, непараллельность пластей и кромок, недостаточная чистота поверхности.

Пиломатериалы должны иметь установленные для них размеры, причем размеры рассчитываются для древесины со стандартной влажностью.

При большой влажности древесины должны быть припуски на усушку, но влажность поставляемых пиломатериалов не должна быть выше 25%.

Фанера должна выпускаться определенных размеров, отклонения от размеров не превышать допустимых норм. Фанера всех марок имеет размеры: длина (ширина) 2440, 2135, 1830, 1525, 1220 мм с допускаемыми отклонениями от ± 4 до ± 5 мм; ширина (длина) 1525, 1220 и 725 мм с отклонениями от ± 4 до ± 5 мм; толщина 1,5; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10 и 12 мм с допускаемыми отклонениями от $\pm 0,2$ до $\pm 0,9$ мм. Длину листа фанеры определяют по направлению волокон древесины наружного слоя.

Листы должны быть обрезаны под прямым углом, косина среза должна быть не более 3 мм на погонный 1 м длины, а срез должен быть ровным, не извилистым. Фанера должна быть прочно склеенной, без пузырей и при сгибании не расслаиваться.

В лицевых и оборотных слоях фанеры не допускаются пороки древесины, которые превышают указанные в стандарте. Пороки древесины, которые не нормированы в стандарте, не допускаются.

Учитывают фанеру в квадратных или кубических метрах. На оборотный слой каждого листа фанеры наносят маркировку, которая включает марку и сорт фанеры. Упаковывают её по породам древесины, размерам, сортам, маркам в пачки лицевыми сторонами внутрь; обвязывают их стальной упаковочной лентой с применением деревянных планок, чтобы не помять кромки листов, или веревкой без планок. Масса пачки должна быть не более 80 кг. В маркировке указывается марка фанеры, порода древесины, сорт, виды обработки, количество листов в пачке, размер пачки. Хранят фанеру в сухих закрытых складах в условиях, исключающих ее порчу. Влажность облицованной фанеры должна быть $8\pm 2\%$. По качеству древесины и степени обработки облицованную фанеру подразделяют на два сорта: I и II.

Качество фанеры определяется по лицевой стороне, т.е. по рубашке, имеющей меньше дефектов как древесины, так и обработки. По качеству фанера подразделяется на пять сортов: А, АВ, В, ВВ, С.

Древесина паркетных планок должна быть здоровой. Допустимые дефекты указаны в соответствующем ГОСТе. Влажность древесины должна быть 8%; планка паркета — иметь правильную геометрическую форму с параллельными и взаимно перпендикулярными сторонами.

Особые требования предъявляются к качеству изделий из облагороженной древесины – древесностружечных пластиков, древесностружечных и древесноволокнистых плит. Они должны иметь установленные для них размеры с отклонениями, не превышающими допустимые, прямоугольную форму с параллельными кромками.

Повышенные требования предъявляются к материалам, предназначенным для облицовки: их лицевая поверхность должна быть глянцевой или матовой, однородной по цвету и не иметь посторонних включений; окрашенная поверхность таких плит должна быть ровной и гладкой, без царапин, рисок и вмятин. Разнотонность в окраске плит не допускается.

Все круглые лесоматериалы длиной более 2 м и толщиной более 13 см подлежат поштучной маркировке в плотной мере по длине и среднему диаметру верхнего отреза без коры: в центральной части верхнего торца лесоматериала маркировочным молотком, долотом, водостойкой краской, специальным мелком или штемпелем наносят специальные знаки, указывающие назначение, сорт, диаметр сортимента. Учет таких материалов производится поштучно.

При поступлении пиломатериалов в пакетах показатели сортности проставляются на пакете или на бирке. Учитывают пиломатериалы в плотных кубических метрах.

Паркет учитывается в штуках и квадратных метрах. Пакуется он в пачки весом до 40 кг. Детали погонажные (кроме досок) учитываются в погонных, доски – в кубических метрах. Учет окон и дверей ведется в штуках. Все круглые лесные и пиломатериалы должны храниться в правильных штабелях для предохранения их от коробления и растрескивания.

Пиломатериалы в большей степени, чем круглый лес, подвержены короблению, растрескиванию, поражению синевой и плесенью. Они должны быть уложены на подштабельные основания из здоровых окоренных бревен. Для равномерного высыхания их укладывают в разреженный штабель между прокладками, отделяющими ряды пиломатериалов. Пиломатериалы 1-го и 2-го сортов, имеющие влажность ниже 22%, следует хранить в штабелях под навесом или в закрытых складах с вентиляцией.

Фанера и плиты (ДВП и ДСП) должны храниться в закрытых помещениях в штабелях, в каждом из которых должны находиться материалы одного вида, размера, марки, сорта. Во время хранения фанеру и плиты необходимо оберегать от увлажнения, действия солнечных лучей, загрязнения, деформации.

Окна, двери, паркет, погонажные и другие материалы и изделия из древесины также должны храниться в закрытых помещениях на подкладках в устойчивых штабелях.

2.8. Защита древесины от воздействий окружающей среды

Долговечность строительных конструкций из древесины зависит от условий хранения, сушки и эксплуатации материалов. Мерами по повышению долговечности деревянных конструкций и изделий могут служить сушка древесины, защита от загнивания и поражения насекомыми и защита от возгорания.

Способы предотвращения гниения предусматривают устранение условий, благоприятных для развития дереворазрушающих грибов. Например, в древесине с влажностью ниже 20% грибы не развиваются, поэтому следует защитить древесину от увлажнения с помощью конструктивных (изоляция древесины от грунта, камня и бетона, защита древесины от атмосферных осадков, устройство специальных каналов для проветривания, отливы у наружных оконных переплетов и др.) и химических способов защиты (антисептирование).

Антисептирование – обработка древесины химическими веществами, обладающих токсичностью по отношению к грибам. К ним предъявляется ряд требований:

- они должны быть безвредными для людей, животных и окружающей среды;
- должны обладать хорошей проникаемостью в древесину;
- не должны иметь неприятного запаха;
- должны долго не терять свои свойства, быть стойкими, не понижать прочности древесины и не вызывать коррозии металлических креплений деревянных конструкций.

Древесина – легковоспламеняемый материал. Температура воспламенения древесины 250...300°C в зависимости от породы дерева. Для предупреждения возгорания деревянных конструкций их покрывают штукатуркой, гипсовыми или асбестоцементными листами, покрывают *огнезащитными красочными составами* или применяют наиболее эффективный способ от возгорания – пропитывают химическими веществами – *антипиренами* (борная кислота, соли аммония, раствор буры и др.). Последние при пожаре либо плавятся (древесина покрывается пленкой, затрудняющей доступ кислорода), либо выделяют негорючие газы, препятствующие горению.

Огнезащитные красочные составы изготавливают из связующего вещества (жидкое стекло), наполнителя (мел, кварцевый песок) и щелочистой пигмента (охры, мумии и т.п.). При пожаре краска пузырится, образует пористый слой, замедляющий нагревание древесины.

РАЗДЕЛ 3. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ

В древнем мире железо ценилось очень высоко, и самое почетное по возрасту изделие – это не оружие, не орудие труда, а ... бусы из прокованных пластинок метеоритного железа. Этим бусам не меньше 6 тыс. лет. Их нашли в Египте, в поселениях раннего медного века (IV – III тысячелетия до н.э.). И в эпоху великих династий самых прославленных фараонов Древнего Египта железо оставалось драгоценным металлом. Об этом свидетельствовал найденный папирус одного из фараонов с просьбой, обращенной к правителю хеттов – народа жившего в Малой Азии – поменять золото, которого в Египте “столько, сколько песка в пустыне”, на железо. Хетты первыми открыли секрет получения железа, которое поступало и в другие страны. Ученые предполагают, что именно страны Малой Азии, где проживали племена хеттов и халибдов, были местом возникновения черной металлургии. Хетты записывали все самое важное на глиняных табличках. Сохранились хеттские таблички IV тысячелетия до н.э. с географическими описаниями мест добычи разных металлов и их руд и небесным происхождением железа. И действительно правы были наши далекие предки, назвав его небесным и звездным: среди находок самородного железа преобладают метеориты. Было найдено письмо на глиняной табличке, написанное более 3 тыс. лет назад хеттским царём Рамзесу II, в котором он сообщает, что выслал целый корабль, груженный “чистым железом” и еще подарок – железный меч. Так вскоре железо из металла драгоценных изделий превратилось в металл войны. На стене усыпальницы Рамзеса III можно увидеть целую батальную сцену, где воины сражаются копьями и мечами.

Из стран Малой Азии “тайны” изготовления железа распространились в Египет, Ассирию и Палестину. В Европу железо пришло из Малой Азии лишь к VII веку до н.э., вытесняя бронзу. Примерно с 1000 года н.э. в Европе начался железный век.

Многочисленно упоминается железо в гомеровском Эпосе. Например, в “Илиаде” сказано, что на похоронах Патрокла его друг Ахилл устроил состязания у погребального костра в память героя, где призов упомянуты кусок золота и кусок железа, которого земледельцу должно хватить на пять лет.

Век сварочного железа был долгим, однако людям древности и раннего средневековья было знакомо и другое железо: булатные сабли, толедские клинки, миланские доспехи. Дамасскую сталь делали еще во времена Аристотеля (IV век до н.э.) но её технология производства, также как процесс изготовления булатных клинков держался в секрете.

Выплавка металла была известна человечеству еще за 4-5 тысячелетий до нашей эры. В этот период чаще всего выплавляли медь – наиболее

легкоплавкий материал. В Азии из руды получали железо за 2000 лет до н.э. В Древнем Вавилоне и Египте железо применяли при постройке пирамид. В Индии, Греции, Риме знали способы литья сложных изделий из бронзы, способы золочения, серебрения. В Западной Европе и Древней Руси чугун считали отходом производства железа (его называли «чущка»). Лишь в конце XIII-XIV в. чугун начали выплавлять как металл для отливки различных изделий, а с середины XVIII его стали широко применять в строительных конструкциях. Промышленное производство чугуна было освоено ко второй половине XIX в. В 1855 г. Г. Бессемер, а в 1864 г. П. Мартен предложили способы получения стали из чугуна.

Научные основы процессов выплавки и обработки металлов были предложены М.Б. Ломоносовым (1763). Д.К. Чернов (1868) заложил основы современной металлургии и металловедения. Научный и практический опыт П.П. Аносова, М.А. Павлова, А.А. Байкова, Е.О. Патона, И.П. Бардина и др. внесли огромный вклад в развитие металловедения.

Металлы — относительно новый материал, применяемый в строительной технике, по сравнению с древесиной, камнем, керамикой.

Металлами называют кристаллические вещества, обладающие металлическим блеском, высокой прочностью, твёрдостью, жаропрочностью, пластичностью, электро- и теплопроводностью, ковкостью, свариваемостью, что обусловлено кристаллическим строением и наличием в их кристаллической решётке большого числа перемещающихся электронов. Металлами являются цинк, алюминий, магний, вольфрам, железо, марганец, медь, никель, хром и др., которые составляют 75% от общего числа элементов периодической системы Д.И. Менделеева.

Применение в строительстве: из металла строят каркасы, мосты, фермы, балки перекрытий, резервуары; изготавливают трубы, арматуру для железобетона, водопроводную, отопительную и вентиляционную арматуру, кровельную сталь, металлочерепицу и профнастил, различные металлические изделия (в городских ансамблях, мемориалах, внешней отделке зданий, интерьерах (чеканки, светильники, бра, подвесные потолки, скульптурные панно, дверная и оконная арматура и т.д.), заклепки, болты, гвозди и др. Современная техника позволяет окрашивать металлы в любой цвет, придавать им различную фактуру.

Столь широкое использование металлов в строительстве вызвано ценными техническими свойствами: высокой прочностью, пластичностью, технологичностью (способность обработки давлением, литьём, резанием, свариванием). В технике широко используются магнитные свойства металлов, их способность противостоять агрессивным химическим средам.

Недостатки: при действии различных газов и влаги сильно корродируют; действие высоких температур вызывает значительные деформации; высокая теплопроводность металлов требует тепловой изоляции металлоконструкций зданий.

Кроме чистых металлов в технике чаще применяют металлические сплавы (более 10 тысяч) - твердые системы, полученные сплавлением нескольких металлов. Чистые металлы составляют основу огромного количества сплавов. Изменяя химический состав чистых металлов, вводя в них небольшие добавки различных компонентов, можно получить сплавы с любыми наперёд заданными свойствами – сверхтвёрдые, жаропрочные, способные выдерживать огромные давления, не ржавеющие даже под воздействием самых сильных химических реагентов. Наибольшее распространение в промышленности получили сплавы на основе железа – чугун и сталь - универсальные конструкционные материалы с высокими качественными показателями.

3.1. Черные и цветные металлы и сплавы

В зависимости от основного компонента металлы и сплавы делят на чёрные и цветные.

К чёрным относятся железо и сплавы на его основе – чугун и сталь. К цветным – все остальные металлы и сплавы.

Чугун – наиболее распространённый железоуглеродистый нековкий литейный материал, обладающий высокими литейными свойствами, поэтому широко используется в литейном производстве в качестве конструкционного материала. Серый чугун применяется для изготовления арматуры, массивных строительных колонн, фундаментных плит. Легированные чугуны идут на производство бронеплиты для обжига, используемые в цементной промышленности.

Маркировка чугунов. Серый и модифицированный чугуны маркируют буквами СЧ, например СЧ 120-280. Первая цифра марки показывает, предел прочности при растяжении (МПа), вторая – предел прочности при изгибе (МПа).

Сталь – железоуглеродистый сплав, в котором углерода менее 2%. От хрупкого чугуна сталь отличается пластичностью и упругостью. Наибольшее распространение получили углеродистые стали, которые обладают хорошими технологическими свойствами – легко обрабатываются давлением (прокатка, ковка, штамповка) и резанием, хорошо свариваются, имеют малую склонность к деформации и трещинообразованию при закалке. Из них изготавливают детали менее ответственного назначения: балки, прутки, листы, трубы, проволоку, металлические изделия (гвозди, канаты, сетки, болты, гайки, заклёпки, зубчатые колёса); широко применяют для строительных, сварных, клапанных и болтовых конструкций (балки, конструкции подъёмных кранов). Строительные конструкции и машины, предназначенные для работы в северных районах России, изготавливают из спокойной, термически обработанной стали.

По способу производства стали подразделяют на:

- конверторные;
- электростали.

По химическому составу их делят на:

- углеродистые;
- легированные.

Углеродистые стали, содержат примеси серы и фосфора и марганца (0,25...0,9%). Марганец повышает прочность стали, не изменяя ее пластичности. Фосфор и сера являются вредными примесями: фосфор делает сталь хрупкой (хладноломкой), его содержание не должно превышать 0,05%; сера (не более 0,07%) вызывает красноломкость, снижает прочность и коррозионную стойкость.

В зависимости от содержания углерода стали делят на:

- малоуглеродистые (до 0,25%);
- среднеуглеродистые (0,25...0,6%);
- высокоуглеродистые (более 0,6%).

Углеродистые стали, бывают обыкновенного качества, качественные конструкционные (для ответственных строительных конструкций) и инструментальные (для изготовления деталей машин).

По суммарному содержанию добавок стали, разделяют на:

- низколегированные (до 2,5%), используются часто в строительстве;
- среднелегированные (2,5...10%);
- высоколегированные (более 10%).

Маркировка сталей. Стали для строительных конструкций маркируют условными обозначениями. Марку углеродистой стали обыкновенного качества обозначают буквами Ст и цифрами от 0 до 7. Качественные конструкционные стали маркируют двузначными цифрами, указывающими на содержание углерода в сотых долях процента (сталь 15 – углерода 0,15%; сталь 40 – углерода 0,40%). Например, Ст3кп – сталь обыкновенного качества группы А, марка 3, кипящая; Ст5пс – сталь обыкновенного качества группы А, марка 5, полустойкая.

В обозначение низколегированных сталей входят буквы и цифры. Буквы указывают наличие в стали легирующих добавок, цифры – их среднее содержание в процентах. Предшествующие буквам цифры показывают содержание углерода в сотых долях процента. Каждый легирующий элемент: обозначается определенной буквой: кремний – С; марганец – Г; хром – Х; никель – Н; вольфрам – В; кобальт – К; медь – Д. Если после легирующего элемента отсутствует цифра, значит содержание легирующего элемента не превышает 1,0%.

Например, сталь кремнемарганцевая 25Г2С содержит углерода 0,25%, марганца 2%, кремния до 1%; сталь хромокремнемарганцевая 14ХГС содержит углерода 0,14%, хрома, марганца и кремния до 1%. При маркировке высококачественной легированной стали (с низким содержанием серы и фосфора) в конце ставится буква А, особо высококачественной – буква Ш.

Например, 30 ХМА – молибден-хромовая сталь высокого качества содержит 0,3% углерода, до 1% хрома и молибдена. В таблице 8 приведены механические свойства углеродистой стали.

Таблица 8 – Механические свойства углеродистой стали обыкновенного качества

Марки стали группы А	Предел текучести, при растяжении, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %
Ст0	Не менее 310	-	20...23
Ст1	320...420	-	31...34
Ст2	340...440	200...230	29...32
Ст3	380...490	210...250	23...26
Ст4	420...540	240...270	21..24
Ст5	460...600	260...290	17...20
Ст6	Не менее 600	300...320	12...15

Цветные металлы и сплавы.

Цветные металлы подразделяются на:

- легкие плотностью до 5 г/см³
- тяжелые плотностью свыше 5 г/см³.

Легкие металлы – это алюминий, магний и их сплавы (алюминиево-кремнеземистые, алюминиево-магниевые и сплавы типа дюралюминия и силумин).

Тяжелые металлы – медь и ее сплавы, цинк, свинец. Из тяжелых сплавов применяют бронзу (сплав меди с оловом) и латунь (сплав меди с цинком).

В чистом виде цветные металлы практически не используют, чаще применяют их сплавы. В современном строительстве с целью получения изделий с высокими техническими свойствами начали широко применять металлические сплавы цветных металлов: алюминиевые, титановые, магниевые, медные и др. Они имеют малую плотность, высокую пластичность и коррозионную стойкость, хорошие декоративные качества. Также широко применяются технические металлы – алюминий, медь, свинец, цинк, олово, магний.

Медь и её сплавы.

Медь – тяжелый металл красноватого цвета, мягкий, пластичный и ковкий, обладает высокой тепло- и электропроводностью, отличается вязкостью, прочностью, высокой коррозионной стойкостью. Плотность $8,9 \text{ г/см}^3$, температура плавления 1083°C , предел прочности при растяжении 200 МПа. В чистом виде в строительстве медь практически не применяют. Из медных сплавов широко используют бронзу и латунь.

Бронза – сплав меди с оловом, марганцем, алюминием, никелем, кремнием и другими элементами, обладающий высокими литейными, механическими, декоративными свойствами, химической стойкостью и антифрикционными свойствами. Бронзу широко используют для санитарно-технической аппаратуры (краны, вентили), фурнитуры, отделочных и декоративных целей. Она маркируется буквами Бр, далее следуют буквы и цифры, показывающие содержание легирующих элементов.

Латунь – сплав меди с цинком (до 40%), поддающийся горячей и холодной обработке имеющий высокие механические свойства и коррозионную стойкость. Латунь маркируется буквой Л и цифрами, показывающими содержание меди (в %). Например, Л62, Л70 (62% и 70% Cu). Для улучшения механических и технологических свойств меди в неё вводят цинк, олово, алюминий, никель и др.

Латунь применяют в строительстве в виде листов, прутьев, проволоки, труб, а также изделий для отделки интерьеров зданий.

Применение меди и её сплавов: в электромашиностроении, при строительстве линий электропередач, для изготовления телеграфной и телефонной связи, радио- и телевизионной аппаратуры. Из меди изготавливают провода, кабели, шины и другие токопроводящие изделия, бронзу, латунь, другие медные, алюминиевые и железные сплавы.

Алюминий и его сплавы.

Алюминий Al – самый распространенный металл в природе; легкий серебристо-белый пластичный, плотностью $2,7 \text{ г/см}^3$, с температурой плавления 660°C , температурой кипения 1800°C . Обладает хорошими технологическими и механическими свойствами: поддается прокатке, прессовке, волочению, штамповке, отличается высокой коррозионной стойкостью на воздухе, тепло- и электропроводностью.

В чистом виде алюминий в строительстве применяют в качестве газообразователя ячеистых бетонов, для изготовления фольги и алюминиевой краски.

Из сплавов алюминия наибольшее распространение получили дюралюминий и силумины, отличающиеся от чистого алюминия прочностью, пластичностью и коррозионной стойкостью.

Дюралюминий – это сплав алюминия с медью (до 4%), кремнеземом (0,8%), марганцем (до 1%) и магнием (до 0,8%). В зависимости от марки

предел прочности при растяжении у него составляет 170...440 МПа, относительное удлинение 6...24%, твердость по Бринеллю HB40...HB50.

Силумины – сплавы алюминия с кремнием (4...10%), обладающие высокими литейными качествами: предел прочности при растяжении 200 МПа, твердость по Бринеллю HB50...HB70.

Из алюминиевых сплавов изготавливают различные профили: уголки, швеллеры, двутавры, плоские и волнистые листы, трубы и т.д. (около 15 тыс. наименований).

Широкое применение находят метизы (заклепок, болтов, фурнитуры и т.п.), плоские и профилированные листы для трехслойных ограждающих конструкций (навесные легкие стеновые панели и др.), наружной облицовки, подвесных декоративных и акустических потолков, ограждений балконов и лоджий, окон и витрин, плинтусов, раскладок и т.д.

Алюминиевые конструкции широко внедряются в гражданское, промышленное и сельскохозяйственное строительство – для изготовления полуфабрикатов (листов, полос, плит, труб, проволоки), элементов конструкций, испытывающих сравнительно небольшие нагрузки и требующих высокого сопротивления коррозии (баки для бензина, витражи, перегородки, двери, оконные рамы и др.). Алюминий хорошо подвергается различным тонким покрытиям и окраске, поэтому его используют как декоративный материал.

Цинк и его сплавы. *Цинк* – серовато-белый металл, при обычной температуре хрупок, при 100...150°C становится пластичным, легко прокатывается и прессуется. Используют для изготовления цинковых листов, цинковых сплавов, порошков, белил, покрытия стальных деталей, для кровельных покрытий, карнизов и водосточных труб; около 50% цинка расходуется на оцинковку стали для защиты ее от коррозии (кровельная сталь, закладные детали, болты и др.), около 40% – на сплавы (латунь, твердые припои).

Магний и его сплавы.

Чистый магний как конструкционный материал не применяется. В промышленности используются магниевые сплавы (соединения магния применяются в производстве строительных материалов – цемента, ксилолита, фибролита и др., полуфабрикатов – полос, труб и др.).

Титан и его сплавы.

Титан – один из самых распространенных в природе элементов (10 место); лёгок, тугоплавок, весьма прочен и пластичен; образует на поверхности стойкую оксидную плёнку, за счёт которой хорошо сопротивляется коррозии в пресной и морской воде, а также в некоторых кислотах. Титан служит легирующим элементом для других цветных металлов и для стали. Из титана и его сплавов изготавливают полуфабрикаты: листы, трубы и проволоку. Двуокись титана применяется при производстве белил и эмалей.

Свинец – металл синевато-серого цвета, плохой проводник тепла и электричества; один из лучших материалов от радиоактивных излучений; устойчив к воздействию серной и соляной кислот. Из свинца в строительстве изготавливают специальные трубы, особые виды гидроизоляции (свинцом зачеканивают швы между тубингами в туннелях метрополитена), коррозионно-стойкие покрытия.

Защита металлов от коррозии и огня

Коррозия – это разрушение металлов от их взаимодействия с окружающей средой, в результате чего меняется внешняя поверхность металла, уменьшается пластичность, прочность и, наконец, его целостность. Коррозия ежегодно вызывает потерю около 10% всех производимых металлов. Различают два вида коррозии: химическую и электрохимическую.

Химическая коррозия происходит при действии на металл сухих газов или жидкостей органического происхождения.

Электрохимическая коррозия – наиболее распространенный вид коррозии металлов, возникающий в электропроводящей среде при взаимодействии металлов с жидкими электролитами – водой, водными растворами солей, кислот и щелочей и протекает по законам гальванического элемента. Ионы металла переходят в раствор и металл постепенно разрушается.

Эффективными методами являются: легирование металлов (введение меди и хрома (менее 1%) повышает сопротивление стали коррозии), нанесение защитных покрытий (лакокрасочные, металлические и неметаллические), нейтрализация и понижение коррозионной активности (ингибирование) окружающей среды. Защитное покрытие должно быть непроницаемым для агрессивной среды, обеспечивать высокую прочность сцепления с металлом, равномерно и сплошным образом распределяться по всей поверхности и придавать изделию более высокую твердость, износостойкость и жаростойкость. Например, ванны, раковины, мойки, декоративные изделия *эмалируют*. Для защиты от коррозии на поверхность металла наплавляют при 750...800°C различные силикаты (кварц, полевой шпат, буру, глину и др.).

Для защиты металлических конструкций от огня применяют вспучивающиеся покрытия (асбестоцементные, асбестоперлитовые, асбестовермикулитовые; облицовки и штукатурки из несгораемых материалов (кирпича, керамических плиток, гипсовых плит, растворов и др.) или краски на основе полимерных связующих, которые при действии огня образуют защитный слой в виде закоксовавшегося вспененного расплава, препятствующего нагреву металла. Такие покрытия, кроме защитных функций, выполняют роль отделки и наносятся малярным способом.

3.2. Основы производства чугуна и стали

Производство черных металлов из железной руды - сложный процесс, состоящий из двух стадий: выплавки чугуна и переработки чугуна в сталь.

Производство чугуна. Чугун выплавляют в доменных шахтных печах. Исходным сырьём для его производства являются железные руды (магнитный, красный и бурый железняк), флюсы (известняк (CaCO_3) или доломит ($\text{CaCO}_3 \text{MgCO}_3$) и топливо (кокс). В доменной печи материалы находятся в течение 4...6 ч. При выплавке чугуна происходят следующие физико-химические процессы: горение топлива, восстановление железа из оксидов, науглероживание железа и образование чугуна и шлака.

На начальном этапе сырьевые материалы (железную руду, флюсы и топливо) загружают непрерывно слоями в загрузочное устройство – ковшник, а чугун и шлак выпускаются периодически. Для поддержания горения топлива в нижнюю часть печи – горн под давлением 0,150...0,300 МПа подаётся нагретый воздух до 1100... 1300°C, обогащенный кислородом и углесодержащими добавками (природный газ, мазут). Шихта, опускающаяся вниз, нагревается и претерпевает в различных температурных зонах физические и химические изменения. Горение топлива происходит за счет кислорода воздуха в верхней части горна, по реакции $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$. Углекислый газ, поднимаясь вверх, взаимодействует с коксом и образует оксид углерода: $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$. Далее идёт процесс полного восстановления железа из оксидов – основной процесс в плавке чугуна: $3 \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C} = 2 \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}$; $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{C} = 3\text{FeO} + \text{CO}$; $\text{FeO} + \text{C} = \text{Fe} + \text{CO}$.

Науглероживание железа происходит при температуре выше 900°C путём проникновения в пористую поверхность восстановленного железа углерода и образования карбида железа (цементит) по реакции $3\text{Fe} + 2\text{CO} = \text{Fe}_3\text{C} + \text{CO}_2$. При дальнейшем повышении температуры выше 1130°C науглероженное железо начинает плавиться, образуя жидкий чугун (с температурой 1400...1450°C), стекающий в горн. Сюда же стекает шлак, образованный плавленными пустыми породами и флюсами, и как более легкий материал всплывает на поверхность чугуна, защищая его от окисления. Затем шлак выпускают через (шлаковую) летку, расположенную выше уровня отверстия для выпуска чугуна, а через нижнюю летку выпускают чугун в разливочные машины для отливки в «чушки» или в специальных ковшах доставляют в сталеплавильные цехи для переработки в сталь.

Большая часть доменных шлаков (до 75%) служит сырьём для производства различных строительных материалов — шлаковой пемзы (термозита), шлаковаты, шлакопортландцемента, шлакоситаллов, гранулированного шлака (заполнитель для легких бетонов).

Производство стали. Сырьём для производства стали, являются перелдельный чугуи, стальной лом, ферросплавы или железная руда и флюсы.

Способы производства – конвертерный, мартеновский и электроплавильный.

Конвертерный процесс происходит в течение 35-55 минут в конвертерах – печах вместимостью до 600 тонн, способные поворачиваться вокруг горизонтальной оси. Его вместимость до 600 т. Жидкий чугун заливается через горловину на 25% его высоты, снизу подаётся кислород, под действием которого избыточный углерод, кремний, марганец и небольшое количество железа окисляются. Образовавшаяся при этом закись железа FeO реагирует с примесями. Оксиды кремния, марганца, фосфора, а также известь и другие сыпучие материалы переходят в шлак или выгорают, а закись железа восстанавливается до чистого железа. Данный процесс выплавки стали улучшает качество стали и приближает его к качеству мартеновской стали. Конвертерную сталь применяют для изготовления листовой стали, прокатных профилей, проволоки и т.д.

Мартеновский способ заключается в следующем: смесь горючего газа и воздуха поступает в регенераторы, подогревается до температуры 1000...1200°C и поступает в мартеновскую печь вместимостью до 1000 т, где температура в рабочей зоне постепенно достигает 1700°C. Шихта расплавляется, образуя жидкий металл и шлак. Последний как более лёгкий материал всплывает на поверхность металла, связывая вредные примеси и защищая сталь от окисления. Во время выплавки стали в неё вводят различные добавки – ферросплавы или легирующие элементы. Весь этот цикл плавки составляет 4...8 ч.

Исходным сырьём для выплавки стали, являются перелдельный чугуи, металлический лом (скрап) и другие материалы.

Мартеновская сталь отличается высокими механическими свойствами и применяется для изготовления ответственных строительных конструкций: ферм, мостов, рельсов, подкрановых балок, высокопрочной арматуры и др.

Электроплавка протекает в электрических печах, в которых плавление металлов осуществляется с помощью электрической энергии. Данный метод экономически неэффективен и применяют его только для получения высококачественных и специальных легированных сталей. Длительность плавки стали в дуговых печах вместительностью 5...100 т составляет 3,5...6 ч.

3.3. Классификация и ассортимент металлических изделий

В настоящее время металлы широко применяются в строительстве: при выполнении подвесных потолков в зданиях общественного и промышленного назначения (обеспечивают декоративность и акустические свойства потолка), при монтаже строительных конструкций (заклепки, болты, гайки, шайбы, винты, гвозди, поковки (скобы, скобяные изделия для комплектования дверных и оконных блоков), дверная и оконная арматура (ручки, петли, шпингалеты), канаты, проволока и др.). Заклепки используют для неразборного соединения металлических конструкций; крепежные изделия (шурупы, винты, болты, гайки) – для крепления деревянной обшивки к металлическому каркасу и т.д. Строительные поковки изготавливают в виде скоб, применяемых для скрепления деревянных конструкций; штырей – для наращивания досок или брусьев; крючьев – для крепления водосточных труб и желобов. Стальные канаты изготавливают из проволоки и применяют для монтажных и такелажных работ.

Стальная арматура является основой железобетона. Арматурные проволочные изделия применяют в виде нераскручивающихся стальных арматурных прядей, сварных арматурных сеток, тканых или сварных проволочных сеток для армирования армоцементных конструкций.

Из металлов в строительстве наибольшее применение находят сталь и чугун. Цветные металлы применяются реже, в основном для нанесения на сталь антикоррозионных покрытий, а также при изготовлении некоторых крепежных и других мелких изделий.

По назначению строительные материалы и изделия из металлов подразделяются на:

- конструкционные;
- кровельные;
- крепежные;
- санитарно-техническое оборудование.

Чугун служит для изготовления элементов строительных конструкций, в том числе и таких ответственных, как опорные части железобетонных балок, ферм, башмаков под колонны и тубинги (укрепляющие своды тоннелей метрополитена), а также санитарно-технических изделий и оборудования (радиаторы, ванны, мойки, вентили); чугунные трубы применяют для стояков санитарно-технических кабин, канализационных сетей, для отвода промышленных вод и т.д.

Из стали, производят огромное количество строительных материалов - различные профили (рис.8), листы, трубы, балки перекрытий, каркасы и фермы, оконные переплёты, пролётные строения мостов, арматура для железобетона, закладные детали, мелкие изделия и др.

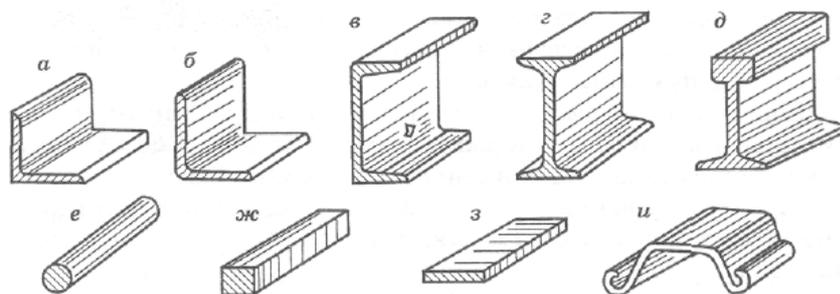


Рис. 8. Прокатная сталь различного профиля:

а — равнополочный уголок; б — неравнополочный уголок; в — швеллер; г — двутавр; д — подкрановый рельс; е — круглый профиль; жс — квадратный профиль; з — полосовая сталь; и — шпунтовая свая

Листовую сталь производят на листопрокатных станах с плоской, волнистой и рифленой поверхностью. Различают: толстолистовую сталь (толщина до 60 мм), тонколистовую и оцинкованную сталь (толщина 0,4...0,8 мм). Оцинкованная тонколистовая сталь служит для производства металлочерепицы, труб, желобов и отделочных профилей.

Кровельными материалами являются сталь листовая черная и оцинкованная и черепица стальная. Листовая сталь черная (обыкновенная) изготавливается в виде листов прямоугольной формы различных размеров. Чаще применяются листы размером 710x420 мм и толщиной 0,5-0,8 мм.

Черепицу металлическую получают из отходов производства черной и оцинкованной листовой стали. Основным недостатком неоцинкованных кровельных материалов является малая коррозионная стойкость и небольшой срок службы. Для увеличения срока службы эти материалы раз в 2-3 года необходимо применять красочные составы.

Крепежные изделия изготавливаются из низкоуглеродистых и легированных сталей, обладающие высокой пластичностью и ударной вязкостью, а также из цветных металлов и сплавов (дюралюминов и сплавов меди (латуни, бронзы) и предназначены для соединения преимущественно деревянных и металлических деталей и узлов, монтажа и других целей. Они обладают высокими механическим и технологическими - высокой прочностью, пластичностью, сопротивляемостью растягивающим, ударным и изгибающим нагрузкам. К крепежным металлическим изделиям относятся:

- проволока;
- проволочные сетки;
- гвозди;
- шурупы;
- гайки;
- шайбы;
- заклепки;
- скобы и др. изделия.

Проволоку изготавливают катанием на станах (горячекатаная проволока) и волочением в холодном состоянии (тянутая проволока).

По материалу она подразделяется на проволоку:

- из низкоуглеродистой стали (проволока общего назначения);
- из высокоуглеродистой стали, меди и медных сплавов, сплавов алюминия (проволока специального назначения).

По способу получения различают:

- тянутую проволоку;
- катаную проволоку.

По форме поперечного сечения:

- круглую (основная масса проволоки);
- квадратную;
- трехгранную;
- плоскую;
- овальную;
- фасонную (например, колючую) и др.

По размерам:

- особо толстую >8 мм
- толстую – 6-8 мм
- среднюю – 1,6-6 мм
- тонкую – 0,4-1,6 мм
- тончайшую – 0,1-0,4 мм
- наитончайшую <0,1 мм.

По характеру термической обработки:

- термически необработанную;
- отпущенную;
- отожженную;
- закаленную.

По виду покрытия поверхности:

- оцинкованную;
- омедненную;
- луженую;
- хромированную;
- никелированную и др.

Проволочные сетки используются в строительстве для ограждений, просеивания разных сыпучих материалов, процеживания строительных растворов и других жидкостей, для арматуры бетонных перегородок, а также для засетчивания окон.

По размерам ячеек (номерам) выпускают следующие виды сеток:

- тканые 0,4-20;
- плетеные 3-100.

За номер сетки принимается размер стороны ячейки, выраженный в миллиметрах.

По плотности, определяемой отношением площади, занятой проволокой, к общей площади (в %), сетки бывают:

- малой плотности (до 25);
- средней (25-50);
- большой плотности (свыше 50).

Гвозди служат для присоединения деревянных или каких-либо других материалов (толя, шифера, штукатурки и др.) к дереву.

По способу производства различают:

- проволочные (чаще всего применяются в строительстве) гвозди;
- резаные гвозди;
- кованые гвозди.

По назначению:

- строительные;
- толевые;
- кровельные;
- шиферные;
- отделочные.

Строительные гвозди выпускают с круглым, квадратным, винтовым и зазубренным стержнем. Диаметр головки гвоздя примерно в два раза больше диаметра стержня. Выпускается 36 размеров строительных проволочных гвоздей с диаметром стержня от 0,8 до 8 мм и длиной от 7 до 250 мм.

Толевые гвозди служат для крепления к обрешетке рулонных кровельных материалов (толя, рубероида и других видов мягкой кровли), имеют длину 20-40 мм, плоскую головку, диаметр которой в 2,5-3,5 раза больше диаметра стержня.

Кровельные гвозди служат для крепления кровельного железа к деревянной обрешетке. От строительных они отличаются большим диаметром стержня и меньшей длиной. Диаметр стержня 2, 3, 5 мм, длина 20-40 мм. Головка конической формы; она в 2,5 раза больше диаметра стержня.

Шиферные гвозди выпускаются оцинкованными, двух размеров и имеют большую наштампованную оцинкованную головку диаметром 16 мм. Диаметр стержня 3 и 4 мм, длина 36-90 мм.

Отделочные гвозди применяются в мебельном производстве, для обивки дверей. Имеют декоративное оформление. Диаметр стержня 0,8-2 мм, длина 8-40 мм.

Шурупы – стержни конической формы с круглой головкой, имеющей прорезь (штиц) для отвертки и резьбу с другой стороны стержня. Различают с потайной и полукруглой головкой. Всего изготавливаются 80 размеров шурупов диаметром от 1,6 до 10 мм и длиной от 6 до 120 мм. Применение

- для соединения деревянных изделий между собой, а также с металлическими деталями (скобами, петлями и др.).

Болты и гайки служат для соединения металлических деталей между собой. Болты - цилиндрические стержни, имеющие квадратную или шестигранную головку под гаечный ключ и с другой стороны стержня нарезку под гайку. Изготавливаются они нескольких типов: тип 1 – с шестигранной уменьшенной головкой, тип 2 – с квадратной уменьшенной головкой, тип 9 – с шестигранной большой головкой и тип 10 – с квадратной большой головкой. Промышленность выпускает более 30 размеров болтов.

Заклепки – стержни цилиндрической формы с потайной, полупотайной и полукруглой головкой, которые применяются для неразъемного соединения металлических материалов. Диаметр стержня заклепок – 1-36 мм, длина – 2-210 мм. Промышленность выпускает более 30 размеров заклепок.

Скобы изготавливают из отходов круглой и квадратной стали и используют в строительстве для закрепления крупных деревянных деталей или конструкций.

Санитарно-техническое оборудование

К группе санитарно-технического оборудования относят некоторые металлические изделия, которые применяются для кухонь, ванных и туалетных комнат, комнатных печей, устройства и ремонта водопроводных, канализационных и отопительных систем.

Изделия для оборудования кухонь – раковины и мойки. Выпускают их эмалированными, чугунными и стальными.

Изделия для оборудования ванных комнат – ванны чугунные эмалированные, поддоны душевые чугунные эмалированные, колонки водогрейные эмалированные или оцинкованные.

Изделия для оборудования туалетных комнат – бачки смывные чугунные.

Изделия для оборудования бытовых печей изготавливают из чугуна и листовой стали. В ассортимент изделий из чугуна входят выюшки, дверки и полудверки, задвижки, колосники, колосниковые решетки, плиты и др. К печным приборам из листовой стали, относятся духовые шкафы, душники и др.

Изделия для устройства и ремонта водопроводных, канализационных и отопительных систем - водогазопроводные и канализационные трубы и соединительные части к ним: муфты, угольники, тройники, кресты, патрубки и т. п., изготавливаемые из чугуна и стали; чугунные котлы, радиаторы, ребристые трубы и отопительные панели из чугуна и стали и отопительные печи.

3.4. Производство металлических изделий

Производство металлических изделий осуществляется обработкой слитков давлением или литьем.

Обработка давлением основана на использовании пластических свойств металлов и позволяет изготавливать изделия точных размеров, с малой шероховатостью поверхности, незначительными отходами металла и более улучшенными свойствами по сравнению с отливками.

Основными видами обработки металлов давлением являются:

- прокатка;
- волочение;
- штамповка;
- прессование.

Прокатка – это процесс изготовления профилированных стальных изделий: слиток или заготовку пропускают между вращающимися валками прокатного стана, которые деформируют металл и производят подачу заготовки. Последняя уменьшается в сечении, вытягивается и приобретает форму (профиль), соответствующую валкам. Прокатывают металл в холодном и горячем состоянии. Холодная прокатка необходима для получения тончайших стальных листов или высокопластичных металлов (свинец, олово и др.). Горячая прокатка заключается в следующем: слиток нагревают до 900...1250°C и пропускают несколько раз через валки. Сортамент стали горячего проката – сталь круглая, квадратная, полосовая, уголкового неравнополочная и равнополочная, швеллерная, двутавровая, трубы, арматура для железобетона и др.

Волочение – процесс протягивания металлической заготовки через отверстие (фильер), сечение которого меньше сечения заготовки. При волочении металл обжимается, профиль его строго соответствует форме отверстий, происходит вытяжка металла. Волочение обычно производят в холодном состоянии. При холодной деформации металл упрочняется в результате пластической деформации (*наклепа*), которую используют при механическом упрочнении арматурной стали. Способом волочения изготавливают трубы малого диаметра, проволоку, а также прутки различного сечения (круглого, квадратного и др.).

Ковка – процесс получения детали из нагретой заготовки путем ее деформирования повторяющимися ударами молота или пресса. Ковкой изготавливают болты, анкеры, скобы и другие детали.

Штамповка – процесс деформации металла в штампах, который позволяет получить изделия точных размеров. Штамповка может быть горячей и холодной. Холодной штамповкой обрабатывают листовой металл.

Штамповкой изготавливают закладные детали для сборного железобетона, корпуса оборудования и машин.

Прессование – продавливание металла на гидравлических прессах через выходное отверстие меньшей площади, при котором профиль пресованного металла будет соответствовать профилю отверстия в матрице. Прессованием изготавливают профили различного сечения, трубы, разнообразные сложные профили из цветных металлов и сплавов.

Холодное профилирование – процесс изготовления изделий из листовой или круглой стали на прокатных станах. Из листовой стали получают гнутые профили с различной конфигурацией поперечного сечения. Из круглых стержней путем сплющивания изготавливают упрочненную холодно-сплюсненную арматуру.

Литье в формы в основном касается чугунных изделий. Это колонны, опорные подушки, арки, плитки для полов промышленных зданий и т.п., которые соединяют в конструкции при помощи сварки, клепки или болтов.

3.5. Требования к качеству металлических материалов и изделий. Маркировка, хранение, транспортировка

Сортовой прокат по качеству подразделяется на 1-й и 2-й сорта. На поверхности профилей не должно быть трещин, волосовин, плен, закатов, шлаковых включений, глубоких задиров. Концы профилей должны быть ровно обрезаны без расслоения.

Листовые кровельные материалы должны выдерживать загиб на 180° без надрывов, трещин и расслоений. На поверхности листов не должно быть пузырей, трещин, раковин, окалины, ржавчины, а также рисок и царапин. Листы не должны иметь коробоватости, т.е. изгиба листа одновременно в поперечном и продольном направлении.

Оцинкованная сталь должна иметь равномерное цинковое покрытие без наплывов, расслаивания, темных и ржавых пятен и точек. Материал должен выдерживать испытание на прочность оцинковки на двойной кровельный замок. На поверхности листов должен быть характерный для горячей оцинковки морозный узор закристаллизовавшегося цинка. В зависимости от внешних дефектов листовые материалы делятся на 1,2 и 3-й сорта.

Качество проволоки и проволочных сеток оценивается в основном показателями физико-механических свойств и внешним видом. Проволока не должна быть хрупкой, должна обладать высокой прочностью на растяжение, кручение и многократный изгиб. Отожженная проволока должна выдерживать не менее 10 перегибов на 180° без появления трещин, а не-

отожженная – не менее 4 перегибов. По всей длине проволока должна иметь правильную форму; овальность сечения и изменения диаметра по длине не должны выходить за пределы допустимых отклонений. Поверхность проволоки должна быть гладкой, без трещин, плен, ржавых пятен. Проволока с покрытием не должна иметь непокрытых мест; отслаивание и растрескивание покрытия не допускаются.

К проволочной сетке предъявляются те же требования, что и к проволоке отдельно. Переплетение проволок в сетке должно быть ровным, без волн. Не должно быть рваных проволок. При разворачивании рулона сетки ее полотно не должно иметь волнистости. Размер стороны ячейки в свету и диаметр проволоки должны соответствовать установленным ГОСТами размерам.

Гвозди, шурупы, болты, заклепки и другие виды металлических крепежных изделий по своим размерам и форме должны соответствовать нормам действующих стандартов. Не допускается наличие на их поверхностях трещин, расслоений, закатов, наплывов, плен, заусенцев. Резьба должна быть чистой, без задигов и заусенцев. Верхняя поверхность конической головки гвоздей должна быть рифленой. Угол заострения не должен превышать 40°.

Основные виды санитарно-технического оборудования (раковины, мойки, ванны, поддоны) по качеству подразделяются на три сорта. Допустимые дефекты в каждом сорте приводятся в ГОСТах.

При упаковке проволоку сматывают в мотки и в трех местах перевязывают отоженной проволокой. Несколько мотков связывают в бухту общей массой не более 80 кг. Тонкую проволоку обертывают в промасленную бумагу и упаковывают во внешнюю тару. Проволоку толщиной более 2 мм поставляют без упаковки.

Завод-изготовитель должен смазать нейтральной смазкой для защиты от коррозии обработанные стальные отливки и мелкие изделия. Крепежные изделия перед упаковкой должны быть законсервированы. Консервация и внутренняя упаковка должны обеспечивать сохранность и защиту крепежных изделий от коррозии в средних условиях транспортирования и хранения в течение одного года.

Арматурную проволоку поставляют в мотках (бухтах), а прядевую арматуру в мотках или катушках.

Хранить эти изделия следует в крытых помещениях на стеллажах отдельно по видам и маркам стали, а также по диаметрам. Пакеты плоских арматурных сеток и каркасов следует хранить отдельно по маркам в штабелях высотой не более 2 м. Рулоны сеток складывают не более чем в три яруса. При хранении арматурной стали необходимо предохранять ее от

коррозии и загрязнения, контролировать сохранность заводских бирок с указанием вида, диаметра и марки стали.

Арматурные и закладные изделия в пределах одного предприятия транспортируют личными средствами, а поставляемые за пределы предприятия – изготовителя – автомобильным и железнодорожным транспортом.

Стальные прокатные и фасонные изделия можно перевозить на открытых платформах и хранить на открытых складах. Цветные металлы, сплавы и изделия из них перевозят в крытых вагонах, а хранят в закрытых складах. Сортовой прокат может храниться под навесом на деревянных или железобетонных подкладках.

Хранят металлические изделия обернутыми антикоррозионной ингибиторной бумагой, пропитанной раствором смеси нитрита натрия и уротропина. Перед хранением все металлические материалы и изделия рассортировывают по видам и размерам, укладывая на деревянные подкладки так, чтобы были видны бирки с маркировкой или заводские клейма.

Крепежные изделия должны храниться в закрытых складских помещениях в штабелях или на стеллажах. В каждом штабеле должны быть изделия одного назначения, размера, сорта. Санитарно-техническое оборудование следует хранить в закрытых помещениях (кроме труб) на стеллажах отдельно по видам, типам и сортам. Металлические трубы могут храниться под навесом.

В процессе хранения металлических товаров следует предупреждать появления распространения коррозии. Образовавшаяся коррозия должна быть удалена, а изделия обработаны жировой смазкой.

Все строительные металлические товары следует перевозить в крытых вагонах.

РАЗДЕЛ 4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ

4.1. Общие сведения, состав и свойства полимерных материалов

Полимерные строительные материалы – материалы, в состав которых в качестве основного компонента входят высокомолекулярные органические вещества — полимеры. В процессе переработки полимерные материалы способны образовывать пластические массы, легко формуемые и сохраняющие форму после снятия действующих усилий. Поэтому их часто называют пластмассами (пластическими массами).

Полимеры и материалы на их основе появились и получили распространение в течение последних 150 лет. Первой промышленной пластмассой был эбонит, полученный в 1843 г. вулканизацией натурального каучука серой. В 1872 г. обработкой нитроцеллюлозы камфарой был получен целлулоид, горючая и непрочная пластмасса. С начала XX в. искусственным путем – реакциями синтеза из простых по химическому составу веществ-мономеров научились получать новые высокомолекулярные вещества. Возникновение основ химии полимеров связано с именем автора теории строения органических веществ А.М. Бутлеровым. В 1901-1905 гг. была получена негорючая пластмасса – ацетилцеллюлоза (продукт, взаимодействия целлюлозы и уксусного ангидрида). В период 1907-1914 гг. осуществлялось промышленное производство синтетических твердых полимеров на основе фенолоальдегидной конденсации. Здесь большое значение имели работы выдающегося русского химика проф. Г.С. Петрова. В 30-х годах XX в. методами полимеризации начали получать полистирол, поливинилацетат, поливинилхлорид и др. В 1937 г. в Англии был получен полиэтилен. В 40-е годы появились новые виды поликонденсационных пластмасс – полиамидные, полиуретановые, кремнийорганические и др. и была создана крупная промышленная отрасль – производство пластических масс. Мировое производство полимеров и материалов на их основе уже превысило 100 млн.т.

Состав пластических масс. Пластмассы – композиционным материалы, в состав которых входят следующие компоненты: полимеры, наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, отвердители, красители, антистатик, антипирены, иногда порообразователи и другие компоненты. Каждый из этих компонентов имеет определённое назначение и может влиять на физические и механические свойства материала.

Полимер в пластмассах - основной и обязательный компонент, выполняющий роль связующего вещества, аналогично цементу в бетоне. По происхождению полимеры подразделяют на:

- *природные* (белки, янтарь, целлюлоза, натуральный каучук, нуклеиновые кислоты и др.);
- *искусственные, или синтетические* (полиэтилен, полиамиды и др.).

Современное производство полимеров основано на реакциях химического синтеза полимеризации и поликонденсации. При *реакции полимеризации* происходит процесс соединения мономера без изменений его химического состава и выделения побочных продуктов. Полимеризационными являются полиэтилен, полипропилен, поли-винилхлорид и др. При *реакции поликонденсации* образуются высокомолекулярные соединения с выделением побочных продуктов. Поликонденсационными полимерами являются карбамидные, полиамидные, эпоксидные смолы и др.

Все полимеры по их поведению при нагревании подразделяются на:

- термопластичные;
- терморезистивные.

Термопластичные полимеры при нагревании размягчаются и отвердевают при охлаждении, причём эти свойства не утрачиваются при многократном нагревании и охлаждении. Термопластичные полимеры широко применяют в производстве эластичных пленок, лакокрасочных материалов, искусственного волокна и др. К ним относятся полистирол, полиэтилен, поливинилхлорид, поливинилацетат и др.

Терморезистивные полимеры затвердевают при действии теплоты и давления и не размягчаются при повторных нагревах. Эта группа отличается большой прочностью, твердостью и теплостойкостью. К ним относятся фенолформальдегидные, аминокформальдегидные и эпоксидные полимеры.

В состав пластмасс и полимеров также входят наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, отвердители, красители.

Наполнители — неорганические или органические вещества, которые добавляют к полимерному связующему для улучшения свойств и снижения стоимости полимерных материалов. Химическая природа, физическое строение и форма наполнителя определяют механические, электрические и химические свойства полимеров, а также их водо-, термо- и теплостойкость. Для производства полимерных материалов используют наполнители:

- *порошкообразные* (мел, каолин, древесная мука, молотая слюда и др.);
- *волокнистые* (асбестовые, стеклянные, целлюлозные, древесные волокна);
- *слоистые* (бумага, хлопчатобумажная ткань, стеклоткань, древесный шпон и др.).

Пластификаторы – вещества (сложные эфиры спиртов и кислот, камфара, глицерин и др.), повышающие пластичность и эластичность материалов, облегчающие технологический процесс их формования в изделия, понижающие температуру переработки и придающие материалу такие свойства, как свето-, термо- и морозостойкость, негорючесть. Они должны быть нетоксичными, нелетучими, хорошо смешиваться с полимером.

Стабилизаторы – вещества (силикат кальция, свинец кремнекислый, стеарин цинка, амины, фенолы и их производные), способствующие длительному сохранению свойств пластмасс в процессе их эксплуатации (повышению долговечности материала), предотвращающие или замедляющие процессы старения полимеров при тепловом или световом воздействии (термо- и фотостабилизаторы).

Отвердители – вещества, применяющиеся для ускорения процесса отверждения полимеров, переводя их в неплавкое и нерастворимое состояние (уротропин и др.).

Красители или **пигменты** - вещества, придающие пластмассам определенные цвета. В производстве пластмасс и изделий чаще всего применяют неорганические пигменты: охра, мумию, сурик, умбру, ультрамарин и др.; из неорганических красителей - нигрозин, хризоидин.

Смазывающие вещества – вещества (парафины, воск), которые вводят при необходимости в пластмассы для предотвращения прилипания изделия к форме. **Порообразователи** служат для создания газонаполненных пластмасс.

Антипирены – вещества, которые вводятся для повышения огнестойкости полимерных материалов.

Основные свойства

Одним из ценных свойств пластмасс является низкая **плотность**. Средняя плотность пластмасс колеблется от 15 до 2200 кг/м³, истинная плотность пластмасс составляет 0,9...1,8 г/см³, т.е. они в 2 раза легче алюминия и в 5 раз легче стали. Большинство пластмасс имеет высокие механические характеристики: они хорошо сопротивляются сжимающим, растягивающим, изгибающим, истирающим и ударным воздействиям. Предел прочности пластмасс с порошкообразным наполнителем 100...150 МПа, при изгибе 40...60 МПа. Низкая плотность и высокие прочностные показатели дают возможность создать эффективные конструкции из пластмасс.

Пластмассы и изделия на их основе обладают следующими свойствами:

- высокой химической стойкостью к воздействию растворов кислот, щелочей, органических растворителей (бензину, бензолу и др.), солей;
- непроницаемостью для воды (применяют для гидроизоляции зданий и сооружений, устройства кровель, трубопроводов);
- низкой истираемостью (применяют для покрытия полов);

- высокой технологичностью – способностью перерабатываться в строительные изделия;
- способностью пластмасс сочетаться друг с другом и с другими органическими материалами, поэтому на их основе создаются новые эффективные материалы и конструкции;
- имеют высокую коррозионную стойкость, не гниют в условиях переменной влажности;
- хорошо окрашиваются в массу в любые цвета;
- хорошо склеиваются и свариваются как между собой, так и с другими материалами;
- легко обрабатываются: их можно пилить, строгать, сверлить;
- некоторые ненаполненные пластмассы (оргстекло, полиэтиленовые пленки) прозрачны и обладают хорошими оптическими свойствами.

Как и другие материалы органического происхождения пластмассы обладают рядом недостатков:

- малой поверхностной твердостью (твердость пластмасс значительно ниже, чем у металлов и каменных материалов);
- склонностью к необратимым деформациям – ползучести при длительном действии напряжений (у пластмасс это происходит в большей степени, чем у многих других материалов);
- низкой теплостойкостью (колеблется в диапазоне 80...150°C). Большинство пластмасс можно эксплуатировать при температуре не выше 100°C, и только материалы на основе кремнийорганических полимеров выдерживают температуру до 400°C;
- под влиянием внешних воздействий среды (тепла, света, кислорода воздуха) происходят необратимые изменения важнейших эксплуатационных свойств полимерных материалов (потеря гибкости, эластичности, появление потемнения поверхности);
- большинство полимерных материалов являются сгораемыми материалами;
- токсичность некоторых пластмасс зависит от токсичности полимеров и компонентов, входящих в пластмассы (стабилизаторы, пластификаторы, красители). К токсичным веществам, которые могут выделяться из пластмасс, относят ацетон, бензол, фенол, хлор, винилацетат и др. До применения в строительстве новые виды полимерных материалов обязательно проходят санитарно-токсикологические исследования.

Несмотря на недостатки, полимеры всё больше применяются в строительном производстве. Развитие производства пластмасс в ближайшие годы будет продолжаться в направлении увеличения выпуска новых видов полимерных материалов с улучшенными свойствами, которые найдут широкое применение для покрытия полов жилых, культурно-бытовых и промышленных зданий, облицовки фасадов, стен и потолков помещений различного назначения, изготовления санитарно-технического оборудования, труб и др.

4.2. Полимерные материалы для покрытия полов

В зависимости от области применения полимерные материалы и изделия для полов могут быть сгруппированы на:

- отделочные;
- тепло- и звукоизоляционные;
- кровельные.

К материалам для покрытия полов предъявляют ряд требований:

- низкая истираемость;
- малое водопоглощение;
- эластичность;
- достаточная долговечность;
- гигиеничность;
- необходимые тепло- и звукоизоляционные свойства;
- возможность индустриализации строительных работ;
- отсутствие токсических примесей;
- красивый внешний вид.

Этим требованиям отвечают полимерные материалы для полов, которые можно разделить на:

- рулонные;
- плиточные;
- мастичные;
- погонажные.

Рулонные материалы носят название линолеумов; их изготавливают на основе различных полимеров с добавлением наполнителей, пластификаторов и пигментов. Их делят на:

- линолеумы;
- синтетические ковровые покрытия.

В зависимости от исходного сырья различают линолеумы:

- поливинилхлоридный;
- алкидный;
- нитроцеллюлозный;
- резиновый.

По наличию и виду основы они могут быть подразделены на:

- безосновные;
- на основе – тканевой, войлочной, полимерной, вспененной.

Основа, особенно войлочная и поролоновая, придает полимерному полу тепло- и звукоизоляционные свойства.

По числу слоев полимерного покрытия линолеумы бывают:

- однослойными;
- многослойными.

Наиболее эффективными являются многослойные. Их лицевой слой (слой износа) имеет высокие эстетические свойства и прочность при износе (вследствие низкого содержания наполнителей). Нижний же слой, содержащий относительно большое количество наполнителей, позволяет снизить стоимость материала в целом.

Общие свойства линолеумов:

- эластичность;
- износостойчивость;
- гигиеничность;
- долговечность;
- моющая способность;
- наличие минимального количества швов или их отсутствием;
- водопоглощение не более 1,5%.

Рулоны линолеума хранят в вертикальном положении в сухом помещении при температуре не ниже 10°C. При работе в холодное время года рулоны, не разворачивая, выдерживают в течение 1 суток в теплом помещении. Из общего выпуска полимерных материалов для полов на долю поливинилхлоридного линолеума приходится 70%.

Поливинилхлоридный линолеум выпускают:

- на тканевой основе;
- безосновный многослойный;
- на теплоизолирующей подоснове (войлочной и пенополиуретановой);
- с гладкой и рифленой поверхностью.

Основным компонентом является поливинилхлорид (суспензионный или эмульсионный), дополнительными компонентами – наполнители (тальк, мел, древесная мука и др.), пластификаторы и пигменты. ПВХ-линолеум изготавливают в виде полотнищ шириной 1500...4000 мм, толщиной 1,6...2 мм; на теплоизолирующей подоснове – до 5...6 мм и длиной 12м.

По окраске линолеум бывает:

- с имитационной отделкой (под мрамор, паркет, ламинат и др.);
- многоцветным;
- одноцветным (разных цветов);
- узорчатым.

По светлоте лицевой поверхности линолеум выпускается трех категорий. Светлота (коэффициент отражения) 1-й категории должна быть не менее 31%, 2-й – 16-30% и 3-й - до 16%.

Применение - ПВХ-линолеум безосновный на тканевой основе предназначен для покрытия полов в помещениях общественных и промышленных зданий с нормальным влажностным режимом и повышенными требованиями звукоизоляции (гостиницы, жилые помещения).

Поливинилхлоридный линолеум на теплоизолирующей подоснове является двухслойным: верхний лицевой слой изготавливают из поливинилхлоридной композиции, нижний - нетканый иглопробивной материал, что исключает необходимость устройства звукоизоляционной прокладки и теплоизоляционного слоя, т.е. получается «теплый» пол, выполняющий функции звукоизоляционного материала. Линолеум на теплоизолирующей подоснове поступает на стройку в виде раскроенных ковров. Применять линолеум в помещениях с интенсивным движением не рекомендуется.

Алкидный линолеум – рулонный материал, изготовленный из модифицированного алкидного полимера и наполнителей, нанесенных на подоснову из джутовой ткани. Выпускается в виде дорожек и ковриков, бывает однотонный и многоцветный. По сравнению с поливинилхлоридным более склонен к изломам при несоблюдении правил хранения и укладки. Выпускают в рулонах длиной 20 м, шириной полотнища 2000 мм, толщиной 2,5...5 мм.

Свойства:

- водопоглощение 6%;
- истираемость 0,04...0,06 г/см²;

Алкидный линолеум выпускают:

- одноцветным (различных цветов);
- узорчатым (с печатным рисунком);
- в виде ковра;
- в виде паркета.

Применение – для покрытия пола жилых и общественных зданий, вагонов железнодорожного транспорта и метрополитена.

Нитроцеллюлозный линолеум – однослойный рулонный материал, изготовленный из нитроцеллюлозы, пластификаторов, наполнителей, пигментов и антипирена; выпускается всегда бесосновным. Выпускают в рулонах длиной не менее 12 м, шириной 1000...1400 мм и толщиной 2...4 мм, красного или коричневого цвета. В его состав входят коллоксилин, пластификаторы, наполнители, стабилизаторы и антипирены.

Свойства:

- влагоустойчив;
- водопоглощение 6%;
- сохраняет эластичность при температуре до –20°С;
- обладает повышенной прочностью при износе;
- истираемость 0,04...0,06 г/см²
- не выделяет летучих соединений;
- повышенная возгораемость;
- неудовлетворительные теплозащитные свойства.

Применение - в помещениях производственного назначения и ограничено в помещениях жилых и общественных зданий.

Резиновый линолеум (релин) - бесосновный двухслойный материал в виде рулонов шириной 100-200 см и длиной 12-20 м, нижний слой которого получают из менее качественной резины (отходы резинового производства), верхний (лицевой) слой - из высококачественной резины. В зависимости от внешнего вида лицевого слоя различают линолеум: одноцветный, многоцветный и с имитационной отделкой, а также с гладкой и рифленой поверхностью.

Применение – для покрытия полов в помещениях жилых, общественных и производственных зданий.

В настоящее время в помещениях повышенного класса вместо линолеума, паркета широко используют **синтетические ковровые покрытия** (ворсолин, ворсонит и др.), подосновой которых являются поливинилхлорид, пенополиуретан, вспененный латекс. Для верха используют ворсово-прошивные, иглопробивные, безворсовые и тканые ковровые материалы, ковры с бархатистой ворсовой структурой из синтетических волокон. Палы из ковровых ворсовых материалов отличаются эластичностью, износостойкостью, высокой декоративностью, акустическими свойствами, комфортом.

Ворсолин – ворсовый нетканый двухслойный материал в виде рулонов, применяемый для покрытия полов в помещениях с повышенными акустическими и теплотехническими требованиями. Верхний, лицевой слой имеет петельный ворс из синтетической (полипропиленовой) пряжи, нижний слой — поливинилхлоридная плёнка или губчатая резина. Рулоны ворсолина изготавливают длиной 12...20 м, шириной полотна 1м, толщиной 5..10 мм. Ковры имеют яркую различную расцветку.

Покрытие пола из ворсолина требует ежедневной очистки от пыли и грязи пылесосом, а также с помощью моющих средств.

Ворсолин обладает высокими эстетическими, а также звуко- и теплоизоляционными свойствами.

Применение – для покрытия полов в жилых и общественных зданиях непосредственно по железобетонному или иному основанию.

Ворсонит – одно- или двухслойный (у двухслойного ворсонита подосновой является губка из вспененного латекса) материал на основе химических волокон. Холсты их полиэфиров, полиамидов и других полимеров пропитывают жидким связующим, подвергают термообработке и отделке. Выпускают в рулонах длиной 12...20 м, шириной 2000 мм, толщиной 5 мм. Ворсонит изготавливают:

- одноцветным;
- многоцветным;
- с гладкой лицевой поверхностью;
- с тисненой лицевой поверхностью.

Ковер приклеивают к основанию клеями «Бустилат», «Гумилакс», «Синтелакс» и др. Покрытие также нуждается в ежедневном уходе – его необходимо периодически очищать от пыли и грязи пылесосом или щеткой с помощью пенных препаратов для чистки ковровых изделий.

Синтетический ворсовый ковер на вспененной латексной основе – двухслойный материал, в котором верхнее износостойкое покрытие выполнено из полиамидной синтетической ткани (капроновой), а подоснова – из вспененного натурального или синтетического латекса. Высота капронового ворса 3 мм при общей толщине коврового покрытия 8 мм. Длина полотнища составляет 12м при ширине 1000...4000 мм. Цвет ворса может быть разнообразным.

Свойства:

- обладает износостойкостью;
- отличается высокими художественно-декоративными, тепло-техническими и акустическими свойствами;
- ворс ковра не загорается от открытого пламени, а лишь плавится.

Применение – для устройства полов в читальных залах, номерах гостиц, концертно-театральных залах и т.д.

Плиточные материалы по сравнению с рулонными обладают некоторыми эксплуатационными и декоративными преимуществами:

- многообразием форм и цвета плиток (разнообразные рисунки покрытий);
- легко заменяются новыми плитками поврежденные участки пола;
- плитки менее полимероемки;
- их удобно хранить и транспортировать.

Недостатки:

- из-за большого количества швов полы из плиток менее гигиеничны;
- более трудоемки;
- требуют качественной укладки.

Плиточные материалы для полов по виду исходного сырья подразделяются на:

- поливинилхлоридные;
- резиновые;
- асбестосмоляные;
- фенолитовые.

Так же как и линолеумы, плитки могут быть подразделены по числу слоев полимерного покрытия, по цвету и фактуре лицевого слоя. По форме плитки бывают:

- прямоугольные;
- квадратные;
- фигурные.

Размеры квадратных плиток – от 150х150 до 300х300 мм. Наиболее распространены поливинилхлоридные плитки, которые выпускаются самых разнообразных цветов, форм, размеров и т. д.

Поливинилхлоридные плитки (ГОСТ 16475-81) выпускаются размерами 300x300; 200x200; 300x150; 200x100 при толщине 1,5...3мм.

Они могут быть:

- бесподосновными (одно- и многослойные) или на пористой подоснове;
- полужесткими или гибкими;
- одноцветными или с мраморовидной окраской.

Свойства:

- водопоглощение их за 24 ч составляет не более 1%;
- истираемость 0,05 г/см²;
- характеризуются водостойкостью, устойчивостью к действию слабых кислот, минеральных масел;
- обладают хорошим сопротивлением истиранию, большой упругостью и огнестойкостью.

Недостатки: – низкие теплофизические свойства, поэтому плитки рекомендуется укладывать на теплое основание из ДВП или ДСП.

Применяют – в кухнях, коридорах и вспомогательных помещениях жилых и общественных зданий, в бытовых помещениях промышленных зданий.

Кумароновые плитки производят на основе кумаронового полимера. Плитки жесткие бесподосновные, могут быть фигурными. Выпускают размерами 300x300 и 200x200 при толщине 3...4 мм.

Свойства:

- хорошо сопротивляются истиранию;
- достаточно прочны;
- водостойки;
- гигиеничны;
- химически стойки.

Недостатки:

- плитки не переносят влажный и горячий режимы производства;
- имеют низкие теплозащитные свойства.

Применение - для устройства полов в коридорах общественных зданий, в помещениях с интенсивным движением людей.

Резиновые плитки изготавливают методом прессования резиновых смесей на основе синтетических каучуков и резиновой крошки и выпускают размерами 300x300 и 500x500 при толщине 3, 5 и 10 мм. Для наклейки плиток используют битумно-резиновую или кумаронокаучуковую мастику. Они могут быть:

- одноцветными гладкими;
- с рифлениями на лицевой стороне.

Свойства:

- покрытие из резиновых плиток водо- и химически стойкое, гигиенично;
- обладают хорошими декоративными качествами.

Применение - для покрытия полов в промышленных и общественных зданиях, а также в помещениях с влажным режимом производства.

Мастичные материалы – это вязкотекучие полимерные составы, наносимые на различные основания с последующим отвердеванием. Полы из мастичных материалов отличаются преимуществами:

- высокой прочностью;
- износостойкостью;
- гигиеничностью;
- бесшовные;
- удобны в эксплуатации;
- имеют хорошую адгезию к любому виду основания;
- стойки к воздействию масел;
- не требуют больших трудовых затрат на устройство и ремонт
- имеют хороший внешний вид.

В зависимости от исходных материалов мастичные монолитные полы подразделяют на:

- поливинилацетатные;
- полимерцементные;
- пластбетонные.

По способу укладки различают:

- пластичные монолитные полы;
- наливные монолитные полы.

Пластичные укладываются механизмами и виброприспособлениями; наливные – методом полива или распылением. Монолитные полы могут быть одно- и двухслойными, а также различно окрашенными.

Поливинилацетатную мастику получают из смеси поливинилацетатной эмульсии (ПВАЭ), тонкомолотого песка и минеральных пигментов (сурика, охры, кобальта и др.). Её применяют для устройства полов в помещениях общественных зданий и предприятий, где по технологическому режиму производства предъявляются повышенные требования к чистоте пола (приборостроение, легкая и пищевая промышленности). Толщина однослойного покрытия составляет 1,5...2 мм, двухслойного - 3...4 мм.

Полимерцементная мастика изготавливается на основе ПВАЭ или эмульсии дивинилстирольного каучука (латекса), портландцемента, песка, мраморной или гранитной крошки и минеральных пигментов. Комбинация из полимера и цемента дает высокопрочный материал с большим разнообразием

разием структурно-механических свойств: высокая адгезия к основанию, износостойкость, водонепроницаемость и гигиеничность в эксплуатации.

Пластбетонные составы характеризуются наличием полимерного вяжущего вместо минерального вяжущего. Наполнитель применяется от мелкого (кварцевый песок) до крупного (гранитный щебень). Покрытие из эпоксидных составов придает полам прочность, износо- и химическую стойкость, беспыльность, поверхностную твердость и улучшает внешний вид.

Применение - в торговых залах, фойе кинотеатров и т.п.

Профильные погонажные изделия – длинномерные элементы разнообразных профилей, цвета и назначения. Изготавливают их в основном экструзионном методом (непрерывным выдавливанием через профилированный мундштук) горячей массы на основе поливинилхлорида или его сополимеров с наполнителями, пластификаторами и пигментами. По физико-механическим свойствам (твердости и гибкости) различают:

- погонажные изделия мягкие;
- полужесткие изделия;
- жесткие изделия.

По назначению погонажные изделия подразделяются на:

- плинтусы, используемые для заделки углов между полом и стенами;
- поручни для перил, балконов и других ограждений;
- наличники для оконных и дверных проемов;
- раскладки для крепления облицовочных листов;
- накладки на проступи лестничных маршей;
- нащельники для ванн;
- рейки для облицовки стен;
- герметизирующие и уплотняющие прокладки для окон, дверей и стыков в крупнопанельных зданиях.

Размеры погонажных изделий разнообразны: длина плинтусов в отрезках 2,4; 3 и 3,6 м; в бухтах – до 36 м; длина наличников в отрезках 2; 2,4 и 2,7 м, в бухтах - 20 и 24 м; длина накладок на проступи лестничных маршей в отрезках 1,05; 1,15; 1,35 и 1,6 м, в бухтах - 14, 22 и 24 м.

Крепят погонажные поливинилхлоридные детали на мастиках, а детали наличников прикрепляют к деревянным коробкам шурупами или «жидкими гвоздями».

Применение – служат в качестве облицовочных материалов, элементами архитектурного оформления помещения.

4.3. Конструкционные и отделочные полимерные материалы

В качестве **конструкционных материалов** используют в основном армированные пластмассы, в которых в качестве армирующего наполнителя служит древесная стружка и шпон, стекловолокнистые материалы: стеклопластики, древесно-слоистые пластики, органическое стекло и др.

Свойства:

- высокой прочностью
- низкой теплопроводностью
- малой плотностью.

Применение – в виде листов или панелей (трехслойной конструкции), которые используют в стенах и перегородках.

Стеклопластики – материалы, полученные на основе различных полимеров и стекловолокнистых наполнителей. Последние обеспечивают высокую прочность материала, а полимерное связующее (полиэфирные, фенолоформальдегидные, эпоксидные, кремнийорганические смолы) связывает отдельные волокна, распределяет усилия между ними и защищает их от внешних воздействий.

Свойства:

- декоративны;
- светонепроницаемы;
- окрашиваются в различные цвета.

Выпускают светопрозрачные полиэфирные стеклопластики, пропускающие ультрафиолетовые лучи, что находит применение в помещениях лечебного и оздоровительного характера.

В зависимости от расположения волокон различают три вида стеклопластиков:

- стеклошифер на основе рубленого стекловолокна (волокна расположены хаотично);
- стекловолокнистые анизотропные материалы (СВАМ) (волокна расположены в заранее заданном направлении);
- стеклотекстолиты (волокна расположены во взаимно перпендикулярном направлении вдоль плоскости листов).

Стеклошифер или **стеклопластики на основе рубленого стекловолокна** выпускают в виде плоских и волнистых листов длиной 1000...6000, шириной до 1500 и толщиной 1...1,5 мм, где связующим служат полиэфирные смолы. Нарезанные стеклонити длиной 25...50 мм смешивают с полимером и при помощи распылителя тонким слоем наносят на поверхность формы. Полотнища смачивают полимером и прессуют.

Свойства:

- плотность стеклошифера 1400 кг/м³;
- предел прочности при растяжении 60, при сжатии 90 и при изгибе не менее 130 МПа;
- светопрозрачность 50...85%.

Применение – для устройства светопрозрачных перегородок, кровли сооружений малых архитектурных форм (бутиков, кафе, киосков), для отделки балконов.

Стекловолоконный анизотропный материал (СВАМ) получают путем горячего прессования пакета из листов стеклошпона – тонких полотниц, одинаково направленных стеклянных нитей, склеенных спиртовыми растворами карбамидных или эпоксидных смол. Листы СВАМа имеют следующие размеры - длина до 1000, ширина 500 и толщина 1...30 мм.

Свойства:

- плотность 1800...2000 кг/м³;
- предел прочности при растяжении 450, при сжатии 400 и при изгибе 700 МПа.

Применение – из СВАМ изготавливают несущие элементы, оболочки навесных панелей и пространственных ограждающих конструкций.

Стеклотекстолит – листовой материал, получаемый на основе стеклоткани, уложенной правильными слоями в пакеты и пропитанной растворами фенолоформальдегидных смол, путем горячего прессования. Размеры листов; длина 2400, ширина 700...1000, толщина 9...35 мм.

Свойства:

- плотность 1850 кг/м³;
- предел прочности при растяжении 220...300, при сжатии 95 и при изгибе 120 МПа;
- водостойкость;
- теплостойкость;
- хорошая химическая и коррозионная стойкость.

Применение – для изготовления наружных стеновых панелей типа «сэндвич», оболочек и других конструкций.

Органическое стекло или **оргстекло** – пластифицированный и непластифицированный полиметилметакрилат и его сополимеры. Производят в виде листов длиной до 1600, шириной до 1400 и толщиной 0,8...30 мм.

Выпускается следующих видов:

- конструкционное;
- техническое;
- светотехническое и др.

В зависимости от назначения выпускается:

- бесцветным прозрачным;
- окрашенным прозрачным.

Свойства:

- поддается всем видам механической обработки, склейке, сварке;
- отличается хорошими оптическими свойствами, свето- и атмосферостойкостью;
- светопрозрачность составляет 99%;
- водопоглощение после выдерживания его в воде в течение 24 ч не превышает 0,3%.

Применение - для устройства светопрозрачных ограждений и перегородок, остекления, облицовки и устройства куполообразных фонарей для освещения промышленных и общественных зданий.

Древесно-слоистые пластики – листовой материал, полученный в процессе термической обработки под давлением листов березового лущеного шпона, измельченной древесины или опилок, пропитанных синтетическими смолами и склеенных бакелитовым лаком. Связующими служат фенолоформальдегидные, карбамидные и смешанные фенолокарбамидные полимеры.

ДБСП (декоративный бумажно-слоистый пластик) обладает гигиеничностью, высокой стойкостью к механическим повреждениям, климатической влажности и колебаниям температур в широких пределах, светостойкостью декоративной поверхности, огнестойкостью. Все эти свойства обусловлены применением меламиновых смол.

Применение – в качестве конструкционного и улучшенного или высококачественного отделочного материала, для облицовки внутренних помещений общественных и административных зданий (облицовки стен и перегородок, подшивки потолков). Современное развитие строительных технологий стимулирует внедрение на рынок новых конструкционных материалов, таких как пластики. ДБСП (декоративный бумажно-слоистый пластик) традиционно используется в отделке кухонной мебели, салонов автобусов, вагонов, судов, а также при изготовлении дверей, отделке стен и потолков в различных помещениях.

В настоящее время **отделочные материалы** на основе полимеров с заданными техническими характеристиками находят преимущественное применение для внутренней отделки жилых, общественных и производственных зданий (древесностружечные и древесноволокнистые плиты, декоративная фанера, декоративные пленки (ламинат), сайдинговые панели, линолеум и другие материалы).

Свойства:

- достаточно прочны;
- гигиеничны;
- обладают высокими эксплуатационными качествами;
- создают зрительный комфорт в помещениях;
- защищают конструктивные элементы от агрессивных сред и механических воздействий;
 - декоративны (позволяют скрыть или декорировать инженерные коммуникации - приточно-вытяжную вентиляцию, электрические разводки, специальные технические устройства);
 - создают необходимый акустический, вентиляционный или световой режим помещения;
 - исключают «мокрые» процессы в отделочных работах;
 - улучшают качество интерьера.

Полимерные отделочные материалы делят на:

- листовые;
- плиточные;
- рулонные.

К листовым отделочным материалам относятся:

- древесно-стружечные;
- древесноволокнистые отделочные плиты;
- декоративный бумажно-слоистый пластик;
- сайдинговые панели;
- декоративные панели «Полиформ» и «Полидекор».

Листовые отделочные материалы

Древесно-стружечные плиты (ДСП) изготавливают методом горячего плоского прессования древесных частиц с синтетическим связующим. Сырьем для ДСП является любая малоценная древесина как хвойных, так и лиственных пород. По физико-механическим свойствам ДСП превосходит натуральную древесину.

Свойства:

- менее горючи;
- не коробятся;
- меньше разбухают от влаги;
- имеют хорошие тепло- и звукоизоляционные свойства;
- обладают биостойкостью (поверхность плиты полностью покрыта пленкой синтетического связующего).

Существует несколько методов отделки плит ДСП:

- ламинирование бумагой, пропитанной синтетическими клеями;

- отделка пленками на основе термореактивных и термопластичных полимеров;
- облицовка лущеным шпоном, строганой фанерой из древесины ценных пород, фанеропластиком, фанеропленкой;
- покрытие лаками, красками и эмалями.

Поверхность плиты может быть шлифованной и нешлифованной.

ДСП – эффективный заменитель натуральной древесины (1 м³ ДСП заменяет 3,6 м³ первосортного пиломатериала). Облицовка придает декоративность и улучшает их физико-механические свойства – истираемость, твердость, устойчивость к воздействию тепла, воды, химических веществ.

Применение – в качестве конструкционных материалов для устройства стен, перегородок, дверей, потолков, полов и т.д.

Древесно-волоконистые плиты (ДВП) изготавливают прессованием размолотой древесной массы, пропитанной синтетическими связующими, с введением в массу добавок. Это равноценный заменитель других строительных материалов. 1000 м³ древесноволокнистых плит заменяют 14...16 м³ пиломатериалов.

Свойства:

- обладают достаточной прочностью;
- отличаются высокими эксплуатационными свойствами.

Отделочные древесно-волоконистые плиты выпускают:

- с матовой лицевой поверхностью;
- с зеркально-глянцевой или полуматовой;
- окрашенной эмульсионными синтетическими эмалями.

Отделочные древесно-волоконистые плиты имеют длину 1200...2700, ширину 1200...1700 и толщину 3...6 мм.

Применение – для звуко- и теплоизоляции междуэтажных перекрытий, стен, полов и потолков, для утепления кровель и перекрытий промышленных корпусов. Твердые плиты (плотностью 800...1000 кг/м³) применяют для внутренней отделки зданий, обшивки железнодорожных вагонов, отделки салонов самолетов, кают пароходов, а сверхтвердые (плотность 950...1100 кг/м³) – для покрытия полов. Из этих плит изготавливают мебель, киоски, торговые ларьки.

Требования к качеству:

- лицевая поверхность плит должна быть гладкой, однородной расцветки, без вмятин, выпуклостей и прогаров;
- на кромках плит не допускаются дефекты в виде бахромы, сколов и повреждения углов.

Бумажно-слоистый декоративный пластик – многослойный листовый отделочный материал, который получают горячим прессованием специальных видов бумаги, пропитанных синтетическими термореактивными связующими (внутренние слои бумаги пропитывают фенолформаль-

дегидными, наружные – мочевиномеламиноформальдегидными смолами). Верхний слой бумаги бывает, как правило, однотонным, или многоцветным, часто имитирующим текстуру ценных пород древесины, мрамор и т.д.

Верхний слой бумажно-слоистого пластика однотонный, многоцветный или с печатным рисунком. Пластик имеет следующие размеры - длина 400...3000, ширина 400...1600 и толщина 1...5 мм.

Свойства:

- плотность 1400 кг/м³;
- предел прочности при растяжении вдоль листа не менее 90 МПа и поперек – 70 МПа;
- легкость;
- светостойкость;
- гигиеничность;
- стойкость к действию различных моющих средств;
- химическая стойкость к действию слабых растворов кислот и щелочей, органических растворителей и минеральных масел;
- теплостойкость (выдерживает нагрев до 130 °С);
- легко поддается механической обработке (сверлению, строганию, распиловке и т.д.);
- низкое водопоглощение (не более 4%);
- высокая прочность при изгибе (не менее 1000 кгс/см²);
- доступность и дешевизна сырья;
- декоративность.

Применение – для облицовки стен, перегородок, дверных полотен жилых, общественных и производственных зданий, торгового оборудования, при изготовлении и отделке мебели.

Сайдинговые панели. Сайдинг (англ. *siding*) – это относительно новый строительный материал для отделки и облицовки зданий длина основного элемента 3680 или 3810 мм, шириной 230 или 203 мм. Впервые появился в США в 50-х гг. XX в, в Европе – в начале девяностых годов. Виниловый сайдинг (виниловая вагонка) изготавливают методом экструзии из смеси поливинилхлорида, пластификаторов, наполнителей и пигментов. Сайдинг может быть различных цветов: серый, бежевый, белый и др. Виниловая облицовка бывает:

- фасадная;
- стеновая;
- потолочная.

Свойства:

- в отличие от традиционной вагонки сайдинг прост в эксплуатации;
- сохраняет цвет;

- не отслаивается;
- водостойкий;
- нетоксичный
- негорюч;
- устойчив к неблагоприятным погодным условиям;
- удобен для ухода.

Применение - для обшивки и защиты жилых домов, поликлиник, магазинов, промышленных зданий; применим как для внешних, так и для внутренних работ; пригоден для оригинальных архитектурных решений в сочетании с другими видами фасадов.

Полистирольные панели «Полиформ» изготавливают литьевым методом из ударопрочного полистирола; выпускают различного цвета и объемного рисунка размерами 500x500x10 мм. Декоративная отделка панелей может имитировать текстуру древесных пород. Водопоглощение составляет 0,65%. Выдерживают влажную чистку с применением моющих средств.

Назначение – для отделки стен и потолков залов, холлов, кабинетов и других помещений культурно-бытовых и административных зданий.

Требования к качеству: на лицевой поверхности не допускаются загрязнения, сколы, бугорки, нарушения целостности форм и окраски элементов рельефа; кромки плит должны быть ровными, без заусенец.

Декоративные панели «Полидекор» изготавливают из жесткой ПВХ-пленки методом вакуум-формования. Панели выпускают различного рисунка, рельефа и цвета размерами 1850x955x6 мм. Рельефная поверхность может имитировать резьбу по дереву, чеканку по металлу. Применяют панели для отделки стен помещений культурно-бытового назначения (залы, холлы и т.п.).

Плиточные облицовочные материалы

Облицовочные плитки изготавливают в основном из полистирола и сополимеров стирола. Гладкокрашенная лицевая поверхность плиток бывает глянцевой и полуматовой. Недостатки - невысокая теплостойкость и горючесть. Применяют их для облицовки стен и перегородок, главным образом санузлов и кухонь. Полистирольные плитки запрещается применять для облицовки стен и перегородок из сгораемого материала, а также в помещениях с нагревательными приборами открытого типа, в детских учреждениях.

Плитки для облицовки стен. **Полистирольные облицовочные плитки** изготавливают из полистирола и сополимеров стирола методом литья под давлением на специальных пресс-автоматах, размерами 100x100x1,25 и 150x150x1,35 мм и различных цветов - от пастельных до насыщенных, ярко выраженных тонов. Лицевая поверхность плиток должна быть гладкой, глянцевой или полуматовой, равномерно окрашенной.

Тыльная сторона имеет по периметру бортики шириной 5 мм и рельефную поверхность для лучшего сцепления с мастикой.

Свойства:

- высокая водостойкость;
- высокая паронепроницаемость;
- достаточная прочность;
- стойкость к действию кислот и щелочей, хозяйственного мыла, дезинфицирующих средств;
- низкая теплостойкость;
- возгораемость;
- легче, дешевле, более устойчивы к удару, чем керамические плитки.

Применение – для облицовки санитарных узлов, больниц, магазинов, детских учреждений, торговых и бытовых помещений. Не рекомендуется применять для облицовки внутренних стен и перегородок из сгораемых материалов.

Фенолитовые облицовочные плитки изготавливают прессованием смеси из фенолоформальдегидного полимера, отвердителя и порошкообразных наполнителей (каолин, тальк, слюда, древесная мука и др.); размерами 100x100x1,5 и 150x150x1,5 мм. Им можно придавать разнообразные расцветки введением пигментов в состав пресс-материала.

Свойства:

- хорошая водостойкость;
- кислотостойкость;
- морозостойкость;
- высокая механическая прочность;
- термостойкость.

Применение – для облицовки стен лабораторий, производственных помещений, подверженных воздействию агрессивной химической среды.

Рулонные отделочные материалы – материалы в виде поливинилхлоридных пленок, линкруста, моющихся обоев и др., обладающих разнообразными декоративными качествами, поэтому их используют для отделки стен, потолков и встроенной мебели.

Линкруст – рулонный отделочный материал на бумажной подоснове с рельефным рисунком в виде рулонов длиной не менее 12м, шириной 500...900 мм, толщиной 0,6...1,2 мм.. Его изготавливают путем нанесения на бумажную основу тонкого слоя пластической массы, состоящей из поливинилхлорида, наполнителя (пробковой или древесной муки), пластификатора и красителя, и прокатывания полотна через гравировальные каландры, которые придают полимерной композиции рельефный рисунок. Лицевая сторона может быть любого цвета. Покровный слой линкруста не должен изменять свой цвет под влиянием воздуха, света, теплой мыльной воды.

Свойства:

- водопоглощение покровного слоя не более 2%;
- гниlostоек;
- не коробится;
- хорошо сопротивляется механическим воздействиям;
- не выцветает на солнце;
- имеет красивый внешний вид.

Применение – для внутренней отделки стен жилых и общественных зданий, а также стен вагонов, кают пароходов и т.п.

Изоплен – поливинилхлоридная пленка на бумажной основе, получаемая промазным способом из поливинилхлорида, пластификаторов, наполнителей, пигментов и различных добавок. Изоплен поставляют в рулонах длиной 6...52 м, шириной 450...1600 мм, толщиной до 0,45 мм. Лицевая поверхность пленки может быть одноцветной, многоцветной, гладкой, с печатным рисунком, матовой, глянцевой.

Применение – для отделки стен в помещениях жилых (кухонь, коридоров, номеров гостиниц, туалетов и т.п.), общественных зданий, кроме детских учреждений.

Пеноплен – двухслойный материал, получаемый нанесением на бумажную подоснову окрашенной в массу поливинилхлоридной пасты с последующим вспениванием, обжимом рельефным валиком для получения рельефного рисунка с термообработкой. Изготавливают одноцветным (различных цветов) или многоцветным с гладкой или тисненой лицевой поверхностью. В зависимости от толщины и характера лицевой поверхности пеноплен выпускают трех видов в рулонах длиной 6, 12 и 20 м, шириной 500...1300 мм, толщиной 0,8...1,1 (Пеноплен-1), 1,4...1,8 (Пеноплен-2) и 4...4,6 мм (Пеноплен-3).

Применение – для отделки помещений жилых (кухни, коридоры, прихожие, туалеты), общественных (кабинеты, номера гостиниц) и производственных зданий с нормальным температурно-влажностным режимом. Не рекомендуется использовать в детских учреждениях, больницах и на путях эвакуации (лестничных клетках, вестибюлях, холлах и фойе).

Винистен – безосновная поливинилхлоридная пленка с рельефной поверхностью, изготавливаемая методом экструзии; может быть в рулонах и полотнищах. Длина рулона 12 м, полотнища 2...3 м, ширина 1300 мм и толщина 1,5...2 мм.

В зависимости от количества слоев винистен выпускают двух типов:

- ВО – однослойный;
- ВД – двухслойный.

Назначение – для облицовки отделочных панелей, отделки стен и перегородок помещений административных и культурно-бытовых зданий, кроме путей эвакуации.

Из рулонных полимерных отделочных материалов наибольшее распространение получила отделочная декоративная пленка из пластифицированного поливинилхлорида. Эти пленки бывают прозрачными и непрозрачными с различными печатными рисунками, часто имитирующими ценные породы древесины, мрамор, керамическую плитку.

Пленки могут быть:

- Безосновными;
- с бумажной подосновой.

Самоклеящаяся пленка – трехслойный рулонный материал в виде рулонов длиной не менее 15 м и шириной 500 и 900 мм, лицевой слой которых представляет собой поливинилхлоридную пленку толщиной 0,15 мм с печатным рисунком, имитирующим природный камень, керамическую плитку, ценные древесные породы и другие материалы. Второй слой – клеевой, который от высыхания защищен силиконизированной подложкой, которая удаляется перед приклеиванием. Третий слой – силиконизированная бумага. При снятии бумаги такая пленка легко наклеивается на различные поверхности.

Назначение – для декоративной отделки внутренних стен, дверных полотен и встроенной мебели в помещениях жилых и общественных зданий.

4.4. Санитарно-технические изделия

В настоящее время из пластических масс изготавливают санитарно-технические изделия и детали, широко применяемые в строительстве.

Санитарно-технические изделия изготавливают из полимерных композиций, получаемых с применением ПВХ, полиэтилена и других термопластов, карбамидных и других полимеров. К их ассортименту относятся ванны, умывальники, раковины, душевые кабины, унитазы, смывные бачки, сифоны, смесители, вентиляционные решетки и т.п. Изготавливают их различными способами формования.

Свойства санитарно-технических изделий из пластических масс:

- отличаются высокой прочностью при малой плотности;
- гигиеничны;
- устойчивы против коррозии;
- не требуют систематической окраски;
- просты и удобны в эксплуатации;
- декоративны.

В строительстве наибольшее применение имеют полиэтиленовые, поливинилхлоридные, стеклопластиковые трубы. Изготавливают их методом экструзии из смеси полимера, стабилизаторов, красителей, пигментов и смазочных средств. Трубы выпускают различных диаметров: полиэтиленовые диаметром 10...630 мм, поливинилхлоридные – 10...400 мм, стеклопластиковые – 30...300 мм при толщине стенок 2...10 мм. Трубы больших

диаметров режут на стандартные отрезки 6...12 м, малых диаметров скатывают в бухты.

Полиэтиленовые трубы обладают высокой стойкостью к кислотным и щелочным средам, к воздействию масел и растворителей, легко поддаются механической обработке и сварке, их можно эксплуатировать в интервале температур от -80 до +60°С. Применяют их для водоснабжения, канализации, вентиляции, в оросительных системах, для устройства газопроводов.

Стеклопластиковые трубы по сравнению с другими полимерными трубами значительно прочнее, более тепло- и коррозионностойки. Способны работать при температуре до 750°С. Применяют их для устройства вентиляции, внутренних коммуникаций химических и пищевых производств, газопроводов.

Свойства пластмассовых труб:

- в отличие от стальных не подвергаются коррозии;
- не разрушаются при замерзании в них воды;
- легче в 3...6 раз стальных труб;
- обладают гибкостью;
- достаточно прочны;
- имеют низкую теплопроводность;
- имеют гладкую внутреннюю поверхность, уменьшающую сопротивление течению;
- водо- и химически стойки;
- просты и удобны в монтаже;
- не требуют защитных покрытий.

4.5. Кровельные материалы на основе пластических масс

Кровельные материалы на основе пластических масс подразделяют на:

- рулонные;
- листовые.

Основой для изготовления рулонных материалов являются сложные смеси природных высокомолекулярных углеводов – битумные, дегтевые, резинобитумные вяжущие. Выпускают их преимущественно двух типов:

- основные (получены путем пропитки специального картона-основы битумными или дегтевыми составами с последующим покрытием более тугоплавким составом и нанесением посыпки);
- безосновные (получены путем прокатки на каландрах вяжущих смесей с наполнителями и добавками).

Материалы на основе по назначению делятся на:

- кровельные (для верхней части кровли и имеющие покровный слой из тугоплавкого вяжущего);
- подкладочные (для нижней части кровли и не имеющие покровного слоя).

По массе (в граммах) 1 м² картона-основы они делятся на марки: 250, 350, 420, 500 и 650. По виду посыпки их разделяют на материалы:

- с пылевидной;
- с песочной;
- с крупнозернистой;
- с чешуйчатой посыпкой.

Посыпка препятствует слипанию материалов в рулонах и уменьшает воздействие солнечных лучей, повышая тем самым срок службы кровельных материалов (долговечность).

Из рулонных кровельных материалов наиболее часто применяются рубероид, пергамин, толь, изол и бризол, из листовых - стеклопластик.

Рубероид получают пропиткой кровельного картона мягкими нефтяными битумами и покрытием его с обеих сторон тугоплавкими битумами и посыпкой. По назначению рубероид бывает:

- кровельный;
- подкладочный.

Кровельный рубероид выпускается с крупнозернистой и чешуйчатой посыпкой. Подкладочный – с мелкой посыпкой. В зависимости от массы кровельного картона и вида посыпки рубероид делится на марки:

- РК-420 — крупнозернистая посыпка;
- РС-350 — чешуйчатая посыпка;
- РП-250 — мелкая посыпка.

Перспективным является новый вид рубероида с резинобитумным покрытием, обладающий высокой эластичностью даже при отрицательных температурах.

Пергамин подкладочный материал, который получают пропиткой кровельного картона мягкими битумами, без покровного слоя и посыпки на поверхности. Выпускают пергамин марки П-350.

Толь получают пропиткой кровельного картона дегтевыми веществами без посыпки или с последующей посыпкой с одной или обеих сторон. По назначению толь подразделяется на:

- подкладочный марки ГК-350 (толь-кожа);
- гидроизоляционный – ТГ-350;
- кровельный.

Кровельный толь, помимо пропитки, имеет поверхностное покрытие и посыпку; выпускается марок: ТП-350 – с песочной посыпкой и ТВК-420 – с крупнозернистой посыпкой.

Изол – безосновный рулонный материал на резинобитумном вяжущем, получаемый путем девулканизации утильной резины в битуме. Введение в битум резины повышает его эластичность, способность к большим

пластическим деформациям. Причем эти свойства сохраняются в интервале температур от – 30 до +100°.

Бризол получают на основе резинобитумного вяжущего, армированного асбестовыми волокнами.

Свойства безосновных материалов изола и бризола:

- являются эффективными строительными материалами;
- более водо- и биостойки, чем материалы на основе картона – рубероид, пергамин и толь;
- водонепроницаемы и более эластичны (эластичность сохраняется и при отрицательных температурах);
- срок службы безосновных материалов в 2 раза больше, чем рубероида.

Битумные материалы в свою очередь являются более долговечными, чем дегтевые. Последние, уступая битумным по стойкости к старению, обладают более высокой гидроизоляционной способностью, поэтому для сооружения кровель целесообразнее применять пергамин и рубероид, а для изоляции степ зданий от фундамента – толь.

Стеклопластик – наиболее распространенный листовый кровельный материал из пластических масс в виде профилированных листов, полученный на основе ненасыщенных полиэфирных смол. Наполнителем служит стекловолокно или стеклоткань.

Свойства:

- обладает высокой прочностью, малой объемной массой;
- не подвергается загниванию;
- не требует окраски;
- способен пропускать до 90% световых лучей.

Применение – для покрытия кровель и для ограждения и перегородок.

4.6. Требования к качеству строительных материалов и изделий на основе полимеров. Упаковка, маркировка, транспортировка и хранение.

К полимерным отделочным материалам предъявляются следующие требования:

- на полистирольных плитках не допускаются трещины, вздутия и наплывы, а также включения диаметром более 0,3 мм;
- все полимерные материалы для полов должны иметь установленные для них размеры, быть равномерными по толщине, а лицевая поверхность должна быть гладкой, без наплывов, царапин, раковин и вмятин;
- теплостойкость плиток должна быть не менее 70°С;

- лицевая поверхность бумажно-слоистого пластика должна быть глянцевой или матовой, однородной по цвету и рисунку, не иметь посторонних включений. Листы пластика должны быть прямоугольными и иметь прямолинейные кромки. По физико-механическим и химическим свойствам бумажно-слоистый пластик должен соответствовать требованиям ГОСТа;

- рулонные кровельные материалы должны выпускаться указанных в ГОСТах размеров, иметь тестированную температуру размягчения и количество пропиточной и кровельной массы. Полотно должно быть гибким и в рулонах не слипаться. Трещины, дыры, разрывы и складки не допускаются.

Особые высокие требования предъявляются к полимерным строительным материалам, используемым внутри помещения: они должны быть безвредны и гигиеничны.

Рулонные полимерные материалы упаковывают в плотную бумагу, края которой вдоль всего рулона проклеивают. На каждый рулон наклеивают этикетку, на которой указываются: наименование завода-изготовителя, номер стандарта на материал, наименование материала, его назначение и дата изготовления. На этикетке кровельных материалов пишут: «Не класть плашмя!». Транспортирование рулонных материалов производится в вертикальном положении не более чем в 2 ряда по высоте.

Кровельные материалы должны храниться в сухих закрытых помещениях в вертикальном положении. Линолеум следует хранить в сухих помещениях при температуре не ниже + 15°C. При транспортировании и хранении при более низких температурах линолеум следует распаковывать не ранее чем через 12 ч; если температура хранения была отрицательной, то следует распаковывать через двое суток после переноса материала в теплое помещение.

Плиточные изделия должны складываться попарно лицевой поверхностью внутрь и упаковываться в картонные коробки или оберточную бумагу. Хранят и транспортируют такие пачки в горизонтальном положении; высота штабеля при этом не должна превышать 1,5 м. Отделочные полистирольные плитки должны храниться вдали от органических растворителей и отопительных приборов.

РАЗДЕЛ 5. СТЕКЛО И СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Стекло – твердый аморфный изотропный прозрачный материал, получаемый при охлаждении минеральных расплавов, содержащих стеклообразующие компоненты (оксиды кремния, бора, алюминия и др.) и оксиды металлов (лития, калия, магния, свинца и т.д.).

Впервые стекло было изготовлено в Древнем Египте за 3-4 тыс. лет до н.э., а затем распространилось в Италии. В Древнем Риме впервые изобрели метод выдувания. На Руси стеклоизделие появилось в XI в., а первый стеклозавод был построен в 1635 г. около г. Воскресенска. Основоположником научного стеклоделия в России является М.В. Ломоносов, который в 1752 году организовал производство разноцветных стекол и художественных изделий из них. Большой вклад в развитие науки о стекле также внесли А.А. Лебедев, М.В. Гребенщиков, М.И. Китайгородский, О.К. Ботвинкин и др. В XX в. началась машинная обработка стекла.

Применяют стекломатериалы для остекления оконных переплетов, дверей, устройства перегородок, парников, оранжерей. В ассортимент этих материалов входят листовое оконное стекло и унифицированные элементы и др.

5.1. Основы производства и свойства стекла

Основными сырьевыми материалами для производства стекла являются:

- чистые кварцевые пески;
- известняк;
- доломиты;
- кальцинированная сода;
- поташ.

Основной компонент – чистый белый песок, который составляет 60...70%. Сода или сульфат натрия, поташ снижают температуру варки стекла и ускоряют процесс стеклообразования. Введение известняка и доломита делает стекло нерастворимым в воде, способствует осветлению, повышению химической стойкости и механической прочности.

Для придания стеклу специальных свойств и различных цветов в процессе изготовления вводят вспомогательные сырьевые материалы: оксид бора улучшает блеск стекла и повышает термостойкость; оксид алюминия повышает прочность и химическую стойкость; оксид свинца повышает показатель светопреломления, (его применяют в производстве декоративных изделий из стекла); соединения марганца придают стеклу фиолетовую окраску, оксид кобальта – синюю, хрома – желтую и коричневую.

Производство стекла включает следующие технологические операции:

- подготовку сырьевых материалов;
- приготовление шихты;
- варку стекла;
- формование изделий;
- термическую, механическую или химическую обработку.

Сырьевые материалы сушат, измельчают. После перемешивания измельченных компонентов в смесителях барабанного типа получают шихту, которую затем варят в стекловаренных печах при 1400...1500°C. Компоненты шихты при нагревании вступают в химическое взаимодействие, при котором продукты реакции переходят в расплав, образуя стекломассу. Формование стеклоизделий связано с особенностями изменения вязкости стекломассы в зависимости от температуры. По мере охлаждения стекломасса становится пластичной, что позволяет придать ей заданную форму. Формование осуществляется различными способами: вытягиванием, прокаткой, литьем, выдуванием, прессованием, на расплаве металла, флоат-способ (способ плавающей ленты).

Материалы и изделия из стекла, применяемые в строительстве в зависимости от назначения, подразделяют на:

- используемые для остекления;
- облицовочные;
- тепло- и звукоизоляционные.

Эффективность стекла как строительного материала обуславливается благоприятным сочетанием ценных потребительских свойств:

- прозрачность;
- прочность;
- малая теплопроводность;
- высокие теплозащитные свойства;
- эстетические свойства;
- долговечность;
- высокая звукоизолирующая способность;
- хемостойкость (стойкость силикатного стекла к кислотам, за исключением плавиковой и фосфорной);
- способность к механической обработке (можно пилить циркулярными пилами, резать алмазом, шлифовать и полировать).

Плотность стекол изменяется в пределах 2,2...2,6 г/см³; плотность строительных стекол составляет 2,5 г/см³. Оптические свойства стекла характеризуются светопропусканием (прозрачностью): обычные силикатные стекла пропускают всю видимую часть спектра (не менее 84%) и практиче-

ски не пропускают ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Стекло характеризуется высокой прочностью при сжатии (600...1200 МПа) и сравнительно малой прочностью при растяжении (30...90 МПа).

Стекло – хрупкий материал, плохо сопротивляющийся удару. Закаленное стекло сопротивляется удару в 5...6 раз лучше, чем отожженное. При нагревании стекло размягчается, при температуре около 1000°С плавится. Твердость стекла равна 5...7 по шкале твердости.

5.2. Классификация стекломатериалов

К материалам для остекления относится *листовое стекло* – основная продукция стекольных заводов. В зависимости от назначения оно подразделяется на:

- оконное стекло;
- специальные стекла – витринное, закаленное, солнцезащитное, армированное, узорчатое и др.

Листовое стекло получают путем вытягивания или прокатки из вязкой стекломассы. Служит оно для заполнения световых проемов зданий и сооружений, устройства внутренних ограждений, дверей, ограждений лестниц, балконов, лоджий (некоторые виды листового стекла).

Листовое оконное стекло – прямоугольные неполированные листы толщиной 2; 2,5; 3; 4; 5 и 6 мм. Стекло листовое узорчатое имеет рельефную поверхность с одной стороны листа, толщина его 4; 5 и 6 мм.

По окраске бывает:

- бесцветным;
- цветным (окрашенным в массе или с окиснометаллическими покрытиями).

Сырьем для производства оконного стекла являются: кварцевый песок, известняк, сода, сульфат натрия, доломит, полевой шпат и др. Оконное стекло вытягивают на машинах вертикального и горизонтального вытягивания с помощью лодочного и безлодочного способа. Выпускается это стекло в виде листов размером от 250x250 до 1600x2200 мм при толщине 2, 2,5, 3, 4, 5 и 6 мм; бесцветным, хотя допускается зеленоватый или голубоватый оттенки. Светопропускание его составляет 90...92%.

Назначение – для остекления световых проемов жилых, промышленных и общественных зданий (окон, дверей). Его устанавливают в деревянные, металлические или пластмассовые переплеты.

Оконное стекло по объему производства занимает ведущее место среди строительных стекол. По толщине это стекло бывает: 2; 2,5; 3; 4; 5; 6 мм и имеет соответствующие названия: 2-миллиметровое («2»), 2,5-миллиметровое («2,5») и т. д. В таблице 8 указаны размеры и допустимые отклонения (в мм) стекла.

Таблица 8 – Размеры и допустимые отклонения стекла (в мм)

Наименование стекла по толщине	Условное обозначе- ние стекла по толщине	Допускаемые отклонения по толщине	Ширина и длина листов		Допускае- мые откло- нения по ширине и длине
			наимень- шие	наиболь- шие	
2-миллиметровое	«2»	+0,1 -0,2	400x400	700x1250	+2;-3
2,5- миллиметровое	«2,5»	+0,2 -0,1	400x500	750x450	-3;+2
3-миллиметровое	«3»	±0,2	400x500	1000x1800	+2;-3
4-миллиметровое	«4»	±0,3	400x500	1200x2200	+2;-3
5-миллиметровое	«5»	±0,3	400x500	1600x2200	+2;-3
6-миллиметровое	«6»	±0,4	400x500	1600x2200	+2;-3

Специальные стекла получают методом непрерывного проката стекломассы через систему прокатных валков, позволяющих получать стекло заданной толщины и отделанной поверхности: полированной, узорчатой и др. Прокаткой изготовляют большие размерные листы витринного стекла, узорчатые и армированные стекла. Вытягиванием получают оконное стекло толщиной 2-6 мм.

Полированное стекло вырабатывается путём горизонтального проката с последующей шлифовкой и полировкой витринного и неполированного стекла для удаления всех поверхностных дефектов (полосность и др.). Максимальные размеры полированного стекла 4450 x 2950 мм при толщине 7,5 мм и 2950 x 2950 мм при толщине 6,5 мм. При применении метода плавающей ленты стекло не нуждается в механической обработке (шлифовке и полировке).

Полированное стекло обладает меньшим, чем обычное, оптическим искажением предметов при рассмотрении их под любым углом как в проходящем, так и в отраженном свете.

Размеры листов полированного стекла и допустимые отклонения от них те же, что и неполированного, добавляются только стекла толщиной 7 мм и размерами 3950 x 2950 и 4450 x 2950 мм.

Применение - для устройства наружных и внутренних витрин, больших проемов в кинотеатрах, клубах, вокзалах, изготовления зеркал, автомобильных стекол и т.д. Полированное стекло выпускается трех сортов в зависимости от назначения:

VA – для производства зеркал;

WA – для остекления средств транспорта;

WV – для остекления оконных проемов жилых и общественных зданий и витрин магазинов.

Витринное стекло изготавливают способом термической полировки и применяют для остекления витрин в магазинах, ресторанах, бассейнах, аэропортах и т.д., устанавливая его в металлические переплёты.

Разновидности:

- полированное;
- неполированное;
- плоское;
- гнутое.

Толщина витринного стекла 6...10 мм, наибольший размер 3500х6000 мм. Назначение – для остекления витрин, оконных проемов, устройства перегородок. Листы стекла имеют толщину 6,5 мм и размеры от 2350 х 1950 до 2950 х 2950 мм. Отклонения от размеров допустимы в пределах 3 мм.

Армированное стекло – листовое огнестойкое и безопасное стекло (при пожарах способно препятствовать распространению огня и дыма в помещениях), имеющее внутри стекла металлическую сетку, что обеспечивает безопасность (при разрушении стекла армирующая сетка удерживает осколки). Изготавливают его методом непрерывного горизонтального проката ленты стекла с закатыванием в расплавленную стекломассу армирующей металлической сетки, не позволяющей стеклу рассыпаться при ударах и при воздействии высоких температур (при ударе стекло растрескивается, но не даёт осколков: армирующая сетка удерживает их на себе).

Армированное стекло выпускается бесцветным или цветным с кованой или узорчатой поверхностью, длиной 1200...2000, шириной 400...1500 и толщиной 5,5 мм. Применение – для остекления фонарей, дверей, устройства перегородок, ограждения лестниц, балконов, лоджий; цветное армированное стекло используют для устройства декоративных светопрозрачных плафонов, перегородок в санаториях, пансионатах, на предприятиях общественного питания и торговли, для остекления фонарей, лифтных шахт, лестничных проемов и др.

Увиолевое стекло пропускает не менее 25% ультрафиолетовых лучей благодаря снижению содержания оксидов железа, титана и хрома в сырьевой массе. Размер стекол от 250х250 до 600х1200 мм при толщине 2...4 мм. Применение – для остекления в лечебных, детских учреждениях, оранжереях и т.д.

Закаленное листовое стекло подвергается специальной термической обработке – закалке путем нагревания в электрических печах (при температуре 650-670°C) с последующим быстрым равномерным охлаждением холодным воздухом в обдувной решетке. В результате закалки наружные слои стекла сильно сжимаются, а внутренние – растягиваются, благодаря чему в стекле создается равномерное распределение напряжения, которое

обеспечивает стеклу высокую механическую прочность и термическую устойчивость. Термообработка позволяет получить листовое стекло с повышенной механической прочностью и термической устойчивостью. Прочность при ударе и предел прочности при изгибе закаленного стекла в 4...6 раз, а термостойкость в 2 раза выше по сравнению с обычным стеклом. Закаленное листовое стекло под воздействием удара, резки, сверления распадается на мелкие осколки округлой формы, с тупыми гранями и краями; осколки могут удерживаться вместе.

Достоинства – закаленное стекло долговечно и почти не меняет своих свойств в условиях эксплуатации.

Размеры листов закаленных стекол – длина 1200 мм, ширина 600 мм при толщине 4,5-6,5 мм.

Применение – остекления витрин, изготовления стеклянных дверей, перегородок, потоков, для электронагреваемых незамерзающих оконных стекол, ограждения лифтовых шахт, балконов, лестниц в лечебных зданиях.

Теплозащитное стекло предназначено для защиты от тепловой радиации солнечного спектра. В отличие от теплопоглощающего стекла, окрашенного в массу, теплозащитное представляет собой обычное оконное стекло, на поверхность которого нанесена прозрачная пленка. Пленка имеет цвет от серо-дымчатого до сине-фиолетового.

Волнистое стекло изготавливают методом непрерывного проката через специальные гофрирующие устройства пластичной стекломассы, в результате чего стекло получает волнистую форму, имеющую большую жесткость. Волнистое стекло может быть армированным.

Применение – для устройства светопрозрачных кровельных конструкций промышленных и гражданских зданий, защитных козырьков и световых фонарей и др.

Узорчатое стекло – листовое стекло, на поверхности которого нанесен узор для полного или частичного рассеивания света и создания декоративного эффекта. Это делает стекло непрозрачным, но с достаточной светопропускаемостью. Изготавливают его методом непрерывного горизонтального проката цветной или бесцветной пластичной стекломассы на гравируемых валках. На поверхности листа с двух или одной стороны получается тот или иной рельефный узор, благодаря которому это стекло является светорассеивающим, дающим равномерное и мягкое освещение, декоративным.

Узорчатое стекло всех разновидностей выпускается толщиной 4,5 и 6 мм и размерами листа от 600X400 до 3600X 1600 мм.

Применение – в местах, где требуется рассеянный свет, а также для декоративного остекления проемов.

Разновидности:

- армированное;
- бесцветное;

- цветное;
- матовое.

Цветное стекло может вырабатываться различными способами и иметь разное назначение. Цветное накладное и тонированное строительное стекло, вырабатываемое методом вертикального вытягивания или прокатки с использованием красителей, пленок различного химического состава, может быть прозрачным и непрозрачным. По характеру окраски различают:

- прозрачное цветное стекло;
- глушеное цветное стекло.

Для получения глушеных стекол в состав стекломассы вводят глушители цвета. Цветные стекла бывают красные, желтые, белые (молочные), зеленые, голубые, синие и черные. Размеры: ширина 400...1600, длина 600...3600 и толщина 4,5 и 6 мм.

Применение - в архитектуре для декоративных целей, для изготовления сигнальных стекол, витражей, остекления оконных и дверных проемов, внутренних перегородок зданий, рытых веранд, мебели и т.д.

Листовое стекло упаковывают в прочные деревянные ящики, заполняя зазоры плотным слоем стружки. Хранят и перевозят стекло только в вертикальном положении. При перевозке, хранении и монтаже листового стекла следует соблюдать особые меры предосторожности.

5.3. Строительные изделия из стекла

Номенклатура изделий из стекла весьма разнообразна: блоки стеклянные пустотелые, стеклопакеты, стекло профильное, стеклянные трубы, дверные полотна и др.

Унифицированные строительные элементы – стеклопакеты, беспрепятственные окна с раздвижными стеклами.

Материалы на основе стекла и ситалла представлены:

- профильными элементами;
- плитами;
- панелями.

Стеклопрофилит (профильное стекло) – крупногабаритные (длинномерные) строительные изделия, имеющие в сечении разнообразный профиль (швеллерный, коробчатый, ребристый). В соответствии с техническими условиями коробчатый стеклопрофилит (детали) выпускают шириной 250 мм, длиной до 6 м, высота коробки 50 мм, толщина стенок 5,5 мм; швеллерный – шириной 250, 500 мм, высота полки швеллера 35-40 мм, толщина стенки 5,5 мм, длина 4 м. Применяют стеклопрофилит для возведения наружных стен и внутренних перегородок зданий различного назначения. Панели из стеклопрофилита выпускают следующих марок: СПК-180, СПК-250, ПШ-250, ШП-250. Различие в марках определяется формой

профиля и шириной его в мм. Стеклопрофилит характеризуется светопропусканием (64-75%), звукоизоляцией, теплоизоляцией (двойной ряд), достаточной прочностью на изгиб и сжатие, жесткостью.

Стеклопрофилит швеллерного сечения может быть:

- армированным;
- с гладкой, рифленой или узорчатой поверхностью;
- бесцветным или окрашенным.

Применение – для изготовления панелей, перегородок, прозрачной плоской кровли в различных типах зданий; в качестве стенового материала в зданиях и сооружениях (высокий декоративный эффект с точки зрения архитектурного оформления) в сочетании с металлическими, бетонными, кирпичными или деревянными элементами зданий при отделке фойе кинотеатров, торговых залов, киосков и т.д. Конструкции из профильного стекла дают мягкий рассеивающий свет со светопропусканием 40...70%.

Стеклопакеты -- изделие, состоящее из двух или трех плоских листов стекла, соединенных по периметру нетвердеющими мастиками и вулканизирующимися герметиками таким образом, что между стеклами образуется герметически замкнутая камера с прослойкой осушенного воздуха (осушение осуществляется с помощью влагопоглотителя).

Стеклопакеты изготавливают из оконного, витринного, армированного, узорчатого и других стекол толщиной 2...8 мм.

В зависимости от количества соединенных стекол стеклопакеты делят на:

- однокамерные (расстояние между стеклами 9...15мм);
- двухкамерные (расстояние между стёклами 9...12 мм).

Выпускают стеклопакеты различных размеров: длина 400...2550, ширина 400...2950, толщина не более 46 мм.

Достоинства:

- более прочны и экономичны по сравнению с обычными двойными переплетами: в 2 раза уменьшают теплопередачу через окна;
- при остеклении упрощается конструкция оконных проемов, увеличивается световая площадь;
- стеклопакеты не замерзают, не запотевают, не нуждаются в протирке внутренних поверхностей;
- обладают достаточной звукоизолирующей способностью.

Применение – для остекления окон, дверей, витрин, в современном строительстве для улучшения внешнего вида зданий.

Стекланные блоки – пустотелый строительный элемент с герметически закрытой полостью, образованной сваркой двух отпрессованных полублоков, с гладкими наружными и ребристыми внутренними поверхностями, пропускающие свет и обеспечивающие равномерное освещение от-

дельных участков и больших площадей в зданиях. Стеклоблоки имеют гладкую наружную и рифленую или гладкую внутреннюю поверхность. Выпускаются бесцветными и цветными и имеют следующие размеры: 194 x 194 x 60 мм; 194 x 194 x 98 мм; 224 x 224 x 80 мм; 224 x 224 x 98 мм.

Получают блоки путем сварки 2-х симметрично спрессованных элементов – полублоков, после сварки, которых горячий воздух, замкнутый в полости блока, при охлаждении создает внутри стеклоблока вакуум, что улучшает его теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства.

Типы блоков:

- квадратные;
- прямоугольные;
- угловые;
- радиальные.

Стекланные блоки квадратной или прямоугольной формы имеют размеры 194x194x98(60) и 294x294x98 мм.

Плотность блоков 800 кг/м³, теплопроводность в среднем 0,46 Вт/(м·К), светопропускание не менее 65%, светорассеивание – 25%. Выпускают блоки бесцветными и окрашенными в различные цвета. Они имеют рельефный узор орнаментального, растительного, геометрического или другого характера.

Достоинства:

- создают мягкое рассеянное освещение;
- увеличивают глубину естественной освещенности, исключая сквозную видимость;
- огнестойки;
- герметичны;
- обладают высокой теплозвукоизоляционной способностью.

Применение – как конструктивный элемент широко применяется в современном строительстве жилых, общественных и промышленных зданий, для заполнения наружных световых проемов в наружных стенах, устройства светопрозрачных покрытий и перегородок, а также в архитектурно-декоративных целях.

Стеклокристаллические материалы, состоящие из стекла (5...10%) и мелких равномерно распределенных кристаллов, можно получить методом управляемой кристаллизации. К ним относятся ситаллы, получаемые из технически чистых материалов, и шлакоситаллы, получаемые на основе металлургических шлаков.

Ситаллы получают из тех же природных материалов, что и стекло, и специальных добавок (катализаторов кристаллизации – благородных металлов (золото, серебро, оксид меди) и оксидов титана, лития, циркония), но к чистоте сырья предъявляют повышенные требования.

Свойства:

- имеют поликристаллическую структуру;
- обладают исключительно высокими физико-механическими свойствами - высокой прочностью при сжатии (до 600 МПа), большой термической стойкостью, долговечностью, износостойкостью;
- обладают стойкостью к агрессивным воздействиям;
- могут быть прозрачными и глухими и иметь различные окраски: черную, коричневую, серую, светлую.

Применение – для изготовления прочных и термически стойких облицовочных плиток, труб и других конструктивных и отделочных материалов для промышленного и гражданского строительства.

Шлакоситаллы и строительные ситаллы – микрокристаллические материалы, получаемые на основе металлургических доменных шлаков путем направленной гетерогенной или гомогенной кристаллизации стекла. Они характеризуются тонкокристаллической структурой; между кристаллами величиной 0,5-1 мк равномерно распределена прослойка остаточного стекла, что обуславливает высокие механические свойства материала (прочность при сжатии шлакоситаллов – 5000-7000 кг/см²), а также нулевое водопоглощение, высокие тепло- и термостойкость, кислото-, щелоче- и водостойкость.

Шлакоситаллы – новый строительный и сравнительно дешевый материал микрокристаллического строения, при производстве которого в сырье добавляют 50...65% доменного шлака. Из шлакового расплава с добавками методом непрерывного проката или прессованием формируют изделия с последующей термообработкой, в результате которой происходит кристаллизация шлакоситаллов. По структуре шлакоситаллы - материал, состоящий из 60...70% кристаллической и 30...40% стекловидной фазы. Выпускают их белого и черного цвета (цветовая гамма широкая), с рисунком, имитирующим мрамор, или с покрытием из керамических красок либо глазури. Размеры панелей – 3200x1000x100 мм.

Свойства:

- высокая износоустойчивость;
- высокая термостойкость;
- хорошее сопротивление атмосферным воздействиям;
- отсутствие токсичности;
- предел прочности при сжатии 500...650 МПа;
- твердость более 7 по шкале твердости;
- цвет темно-серый или белый;
- химическая стойкость (можно использовать в агрессивных средах).

Применение - для производства различных строительных материалов и изделий (плит для облицовки стен, покрытия полов, подоконных досок,

плит), кровельных покрытий, декоративной и защитной облицовки перегородок, цоколей, футеровки оборудования химической и горнодобывающей промышленности, для изделий санитарно-технического назначения, кухонных раковин и др.

Полиэфирный стеклопластик изготавливают на основе ненасыщенных полиэфирных смол и рубленого стекловолокна и выпускают в виде волнистых и плоских светопропускающих листов (светопропускание 85%), бесцветных или окрашенных органическими красителями.

Стеклопластики СВМ (стекловолокнистый анизотропный материал) и *стеклотекстолит* применяют для изготовления несущих элементов. СВМ обладает большей прочностью: при объемной массе 1900-2000 кг/м³ предел прочности при сжатии составляет 4000 кгс/см² и при изгибе – 7000 кгс/см². Он огнестоек и имеет нулевое водопоглощение.

Профильное стекло коробчатого и швеллерного сечений изготавливают на поточных линиях непрерывного проката ленты стекла путем формования ее специальными приспособлениями в изделия коробчатого и швеллерного сечений.

Применение – для заполнения световых проемов, возведения наружных стен и внутренних перегородок, не несущих нагрузок.

Достоинства: профильное стекло создает мягкое рассеянное освещение внутри зданий, а его использование значительно экономит расход материалов, необходимых для устройства перегородок.

Стекланные трубы предназначены для напорных, безнапорных и вакуумных трубопроводов, используемых для транспортировки агрессивных жидкостей и газов, пищевых продуктов, воды и других материалов при температуре в широком диапазоне от –50 до +120 °С. Трубопроводы из стекла прозрачны, гигиеничны, хорошо сопротивляются коррозии и находят применение как в строительстве, так и в пищевой, химической и других отраслях промышленности. Трубы выпускают диаметром от 0,1...40 (тонкостенные) до 50...200 мм (толстостенные) и длиной 1500...3000 мм. При монтаже трубопроводов стекланные трубы соединяются при помощи специальных резиновых, пластмассовых или металлических муфт или путем склеивания.

Стекланные двери изготавливают из закаленного полированного и неполированного стекла толщиной 10...20 мм. Раскраивают полотна размером 2600x1000 и толщиной 10, 15 и 20 мм.

Термическая устойчивость стекланных дверных полотен до 80...90°С, светопропускание полотна неполированного и полированного 89%.

Применение – для заполнения дверных проемов в общественных и производственных зданиях. Стекланные двери декоративны и отвечают современным архитектурным требованиям.

Облицовочные стеклянные материалы

Стекло и стеклоизделия широко применяются для отделки интерьеров благодаря ряду ценных свойств - высокой декоративности (блестящая поверхность, яркие цвета), химической стойкости к щелочам, кислотам, газам, долговечности, гигиеничности (легко моются и очищаются). Наибольшее применение получили облицовочные изделия - листы и плиты из стемалита, марблита, коврово-мозаичные плитки, эмалированные плитки, плиты из стекломрамора и стекло-кристаллита, плиты из стекла «Метелица» и плиты из пеностекла «Пенодекор».

С т е м а л и т – плиты и панели из закаленного стекла толщиной 5-7,5 мм, покрытого с изнаночной стороны керамическими красками. Лицевая сторона может быть гладкой или рельефной. Максимальные размеры стемалита – 2400x1200 мм. Цветовая палитра включает более 25 цветов и оттенков.

Фактура поверхности может быть полированная, ковкая, узорчатая. Прочность стемалита на сжатие до 900, на изгиб до 180 МПа.

Свойства:

- высокая механическая прочность;
- красивый внешний вид;
- высокая долговечность;
- атмосферостойкость;
- термостойкость;
- декоративность.

Применение – для оболочек навесных стен, облицовки фасадов и внутренних помещений общественных зданий, облицовки вестибюлей и холлов торговых помещений. Листы небольших размеров и плитки из стемалита крепят на растворах, мастиках и клеях. Такая облицовка обладает светостойкостью и повышенной морозостойкостью и прочностью.

Марблиты (англ. *Marble* – мрамор) – разновидность глушеного, окрашенного в массу утолщённого листового стекла. Глушат стекло, превращая его в непрозрачное, введением в стекломассу специальных глушителей. Формование стекломассы в листы производят путём периодической прокатки стекломассы на прокатной машине. Марблит является ценным декоративно-облицовочным материалом благодаря ценным свойствам - высокой механической прочности ($R_{сж}$ до 1000...1200, $R_{изг} = 40...50$ МПа), долговечности, красивому внешнему виду (с различной фактурой и многообразием расцветок). Лицевая сторона марблита может быть ковкой, узорчатой или шероховатой, полированной, матовой, а тыльная – рифленной, для лучшей связи с клеящими составами.

Цвета марблитов: молочно-белый (со степенью белизны до 95%), красный, желтый, фиштакшый, голубой, фиолетовый, серый и черный

(получают его добавлением в массу значительного количества окиси марганца). Последний имеет широкое распространение. Они могут имитировать мрамор с прожилками различных цветов.

Облицовочные стеклянные плитки по прочности и эксплуатационным свойствам превосходят керамические. Их делят на:

- коврово-мозаичные плитки;
- эмалированные плитки.

Максимальные размеры листов марблита 4000x1400x10 мм.

Коврово-мозаичные облицовочные стеклянные плитки и ковры из них (ГОСТ 17057-80) бумажные коврики с наклеенными на них рядами мелкогабаритных плиток; изготавливают методом непрерывного проката из глушеного стекла, неокрашенного и цветного. Лицевая поверхность плиток может быть гладкой и рифленой, матовой и блестящей. Размер плиток 21x21x4,5 мм. Из комплекса плиток изготавливают ковры длиной до 1 м и более.

Свойства:

- морозостойкость;
- светостойкость;
- высокие эстетические свойства;
- выдерживают без разрушения резкие перепады температуры до 60 °С.

Поставляют плитки россыпью или наклеенными на плотную оберточную бумагу или крафт-бумагу в виде ковров. Расстояние между плитками в ковре (4±1)мм.

Применение – для наружной и внутренней облицовки бетонных и кирпичных зданий различного назначения (цветная стекломозаичная плитка — прекрасный материал для художественных панно и декоративной отделки интерьеров), вестибюлей и холлов. Крепят коврово-мозаичные плитки полимерцементным или кислотостойким раствором и мастиками.

Стеклянные эмалированные плитки изготавливают из отходов оконного листового стекла толщиной 3...5 мм и витринного толщиной 6...7 мм. На одну сторону плитки наносят цветную или белую эмаль толщиной покрытия 0,2...0,3 мм, затем их сушат, посыпав тыльную сторону плитки песком и обжигают. При обжиге эмаль и песок спекаются с плиткой. Плитки различных цветов имеют размеры 150x150 и 150x75 мм.

Применение – для облицовки санитарные узлы, помещения душевых и ванн в жилых, общественных, промышленных зданиях.

Витражи – орнаментальные композиции и узоры из цветных и прозрачных стекол, с росписью отдельных деталей спекающимися красками, с обрамлением бордюрами из нержавеющей стали, фактурой под матовое серебро и золотистую латунь с чеканным рельефным рисунком. Художест-

венный эффект витражей достигается благодаря преломлению проникающих через них световых лучей и созданию в разное время дня богатейшей гаммы красок, игры света и теней.

Применение – витражи как композиционный акцент интерьера служат для украшения дворцов, соборов и общественных зданий.

Тепло- и звукоизоляционные стекло материалы

Для теплоизоляции зданий применяют плиты и блоки из пеностекла, а также плиты и маты из стекловолокна. Их широко используют также для создания звукопоглощающего и звукоизолирующего эффекта.

Пеностекло отличается высокой механической прочностью, огнестойкостью, устойчивостью к агрессивным средам, низким водопоглощением, легкостью, высокими теплозащитными свойствами. Объемная масса пеностекла находится в пределах 100-300 кг/м³.

Применение – для теплоизоляции и звукопоглощения и выпускают в виде плит и блоков. Пеностекло поглощает до 65% проходящего через него звука.

Стекловолокно и стекловата также широко используются для изготовления тепло- и звукоизоляционных материалов: плит строительных, матов строительных и матов рулонных. Объемная масса этих материалов находится в пределах 35-50 кг/м³, коэффициент теплопроводности не должен превышать 0,04 ккал/м • ч • град.

5.4. Требования к качеству материалов и изделий из стекла. Упаковка, транспортировка, хранение.

Важнейшим потребительным свойством оконного стекла является его светопропускаемость, которая строго регламентируется и должна быть для стекла «2» и «2,5» - не менее 87%; «3» и «4» — 85%; «5» и «6» – 84%. Стекло должно быть бесцветным либо с голубоватым или зеленоватым оттенком; поверхность гладкая без радужных налетов и матовых пятен. Стекло должно быть равномерно отождено, в этом случае оно отламывается ровно по надрезу, не растрескиваясь.

Стекло листовое оконное должно иметь прямоугольную форму и равномерную толщину. Отклонение от размеров не должно превышать величин, указанных в таблице 9. Поверхность стекла должна быть плоская, кромки ровные, углы целые.

В зависимости от наличия, вида, места расположения и размеров дефектов оконное стекло делится на 1-й и 2-й сорта. Наиболее часто встречающимися дефектами стекла являются полосность или инородные включения (камни), свиль.

Стекло листовое упаковывают в деревянные дощатые ящики. В зависимости от количества перевозимого стекла применяют ящики трех типов. Торцы стекол при упаковке должны быть выровнены, а просветы в ящиках плотно заполнены древесной стружкой. На ящиках делают надписи с указанием толщины, длины и ширины листа, сорта, количества, а также предупреждающие надписи: «Плашмя не класть», «Не кантовать», «Осторожно – стекло»!

Ящики, установленные торцами по направлению движения и хорошо закрепленные, перевозят крытым железнодорожным и автомобильным транспортом.

Хранят ящики со стеклом в сухих закрытых помещениях плашмя или в наклонном положении.

Облицовочные плитки одинаковые по цвету и размерам упаковывают в бумажные мешки, которые перевозят в контейнерах. Погрузка навалом и разгрузка сбрасыванием запрещаются. Хранят плитки в сухих закрытых помещениях.

На всех этапах транспортирования и хранения строительного стекла должны быть приняты меры, защищающие его от механических повреждений и атмосферных осадков. Увлажнение может привести к выщелачиванию и порче стекла, поэтому все виды строительного стекла должны храниться независимо от времени года в закрытых относительно сухих помещениях.

РАЗДЕЛ 6. КЕРАМИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Керамические материалы – искусственные каменные материалы, полученные из природных глин или глиняных смесей с минеральными добавками путем формования, сушки и последующего обжига. Слово «керамика» (греч. *ceramos*) означает обожженная глина. Из нее изготавливали обожженный кирпич, кровельную черепицу, водопроводные трубы, архитектурные детали. Керамические материалы являются самыми древними из всех искусственных каменных материалов. Черепки грубых горшечных изделий находят на месте поселений каменного века. Следы древней керамики (посуда, вазы и т.п.) сохранились в Древнем Египте, Греции, на Руси (старинные русские соборы X-XV вв. (Владимирский, Новгородский, церковь в Коломенском и храм Василия Блаженного (Покровский собор, 1561 г.) в Москве, при строительстве которого широко использовали цветной и обыкновенный кирпичи, черепицу и другие керамические изделия). Большое развитие керамика получила в Месопотамии, Средней Азии, Древней Индии, Китае и Японии. У греков и римлян из глины изготавливали обожженный кирпич, кровельную черепицу, архитектурные детали и другие изделия, глинобитные жилища (IV-III тыс. до н.э.).

Высокими художественными достоинствами отмечено и русское изразцовое искусство XV-XVIII вв. Терракотовые и глазурованные изразцы изготавливали в Москве, Ярославле. Терракота (от итал. *terra* – земля, *cotta* – обожженная) – неглазурованная однотонная керамика с характерным цветным пористым черепком.

Кирпич появился более 5000 лет назад и как конструкционный материал впервые стали применять в Древнем Египте и Вавилонии. И в настоящее время, в период бурного развития строительной промышленности, глиняный кирпич не потерял своего значения. Повсеместное распространение исходного сырья – глины, простота изготовления и длительный срок службы позволяют считать его одним из основных местных строительных материалов.

Керамические строительные материалы и изделия по их назначению в отделке зданий и отдельных элементах подразделяются на:

- фасадные изделия – лицевой кирпич, разного рода плитки;
- изделия для внутренней отделки – глазурованные и неглазурованные плитки, фасонные изделия, ковровая и мозаичная керамика;
- плитку для пола;
- изделия из фаянса и фарфора декоративного назначения.

Отделочная керамика (облицовочные плитки для стен и полов, керамическая ковровая мозаика, архитектурные детали, терракота, майолика) обладает ценными универсальными потребительскими свойствами:

- водостойкость
- стойкость к агрессивным воздействиям;
- высокая экологичность;
- простота технологических приёмов изготовления;
- разнообразие сырьевых материалов;
- прочность;
- долговечность;
- гигиеничность;
- декоративность.

Керамические изделия обладают различными свойствами, которые определяются составом исходного сырья, способами его переработки, а также условиями обжига.

Применение – во всех элементах зданий и сооружений, в сборном керамическом домостроении, в строительстве стеновых керамических изделий, для изготовления фасадной керамики, пористых заполнителей для бетонов, санитарно-технической керамики, плитки для полов, керамических канализационных труб и др.

Таким образом, керамические материалы отвечают современным тенденциям строительной техники, являются конкурентоспособными с другими строительными материалами такого же назначения.

Материал, из которого состоят керамические изделия, в технологии керамики называют **керамическим черепком**.

В зависимости от пористости структуры керамические строительные изделия делят на две группы:

- пористые (водопоглощением по массе 5 и более 5% - керамический кирпич и камни, черепицу кровельную, облицовочные плитки и керамические трубы);
- плотные (водопоглощением по массе – менее 5% - плитки для полов и дорожный кирпич);

Санитарно-техническая керамика может быть пористой (фаянс) и плотной (санитарный фарфор).

6.1. Глина - сырьё для производства керамических материалов

Качество сырьевых материалов определяется минералогическим составом, физическими свойствами, зависящими от месторождения и условиями залегания. Основными сырьевыми материалами для производства керамических изделий являются глины и каолины; в качестве вспомогательных сырьевых материалов для улучшения технологических свойств

используют пески кварцевые и шлаковые, шамот, выгорающие добавки органического происхождения (древесные опилки, угольная крошка и т.п.).

Глина – один из наиболее распространенных видов осадочных горных пород полиминерального состава. Кислород, кремний и алюминий по своей общей массе составляют около 90% в составе земной коры, поэтому подавляющую часть минералов составляют алюмосиликаты, силикаты и кварц - основа встречающихся в природе керамических сырьевых минералов. Размеры глинистых частиц колеблются практически от коллоидной дисперсности до 5 мкм. Основным минералом каолиновых глин является минерал каолинит.

Глины – землистые осадочные горные породы, состоящие из глинистых минералов со значительными примесями: каолинита, галлуазита, монтмориллита, бейделлита, частиц кварца, полевых шпатов, гидрослюд, гидратов окиси железа, алюминия, карбонатов магния, кальция и др.

Пластичность глинистого сырья, определяемая числом пластичности *П* (по раскатыванию глиняного жгута диаметром 3 мм), зависит от содержания глинистых минералов и влажности массы. В зависимости от содержания глинистых минералов глины делятся: на:

- жирные (более 60%);
- обычные (30... 60%);
- тяжелые суглинки (20... 30%);
- средние и легкие суглинки (менее 20%).

По пластичности глинистые материалы подразделяются по числу пластичности на:

- высокопластичные (менее 25);
- среднепластичные (15... 25);
- умеренно-пластичные (7... 15);
- малопластичные (3... 7).

Вода, адсорбированная поверхностью глинистых частиц в процессе приготовления сырьевой смеси, играет роль гидродинамической смазки, что обеспечивает во многом ее пластические характеристики. Вместе с тем удаление воды, как из самих глинистых частиц, так и с их поверхности в процессе сушки и обжига вызывает явление воздушной и огневой усадки. Усадочные деформации являются причиной возникновения в изделии внутренних напряжений, что в конечном итоге влияет на их качественные показатели.

Для уменьшения усадки при сушке и обжиге, а также для предотвращения образования трещин в пластичные глины вводят искусственные или природные отошающие добавки. К их числу относятся дегидратированная глина, шамот, котельные шлаки, золы, кварцевые пески и т.д.

Введение в состав сырьевой смеси плавней обеспечивает более низкую температуру ее спекания. К плавням относят полевые шпаты, пегматит, доломит, тальк, магнезит, карбонаты бария и стронция, нефелиновые сиениты (для фаянсовых масс). Искусственный керамический материал, отформованный из глинистого сырья, получается в результате сложных физических, химических и физико-химических изменений, происходящих при обжиге, т.е. при воздействии высоких температур.

Каолины – это чистые глины, состоящие преимущественно из глинистого минерала каолинита ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$). Каолины огнеупорны, малопластичны, имеют белую окраску. Их применяют для производства фарфора, фаянса и тонких облицовочных изделий, так как после обжига получается белый черепок.

Обычные глины отличаются от каолинов большим разнообразием минералогического, химического и гранулометрического состава.

Изменения химического состава заметно отражаются на свойствах глин. С увеличением Al_2O_3 повышается пластичность глин и огнеупорность, а с повышением содержания SiO_2 пластичность глин снижается, увеличивается пористость, снижается прочность обожженных изделий. Присутствие оксидов железа снижает огнеупорность глины, наличие щелочей ухудшает формуемость изделий.

При изготовлении керамических материалов основными технологическими свойствами глин являются:

- пластичность;
- воздушная и огневая усадка;
- огнеупорность
- цвет керамического черепка
- спекаемость.

Пластичность глин – способность глиняного теста под действием внешних сил принимать заданную форму и сохранять ее после прекращения действия этих сил. По степени пластичности глины делят на высокопластичные, или «жирные», средней пластичности и малопластичные, или «тощие». Жирные глины хорошо формуруются, но, высыхая, дают трещины и значительную усадку. Тощие глины формуруются плохо. Для повышения пластичности глин применяют операцию вылеживания их во влажном состоянии на воздухе, вымораживание, гноение в темных подвалах, при этом происходит разрыхление материала и увеличивается ее дисперсность. Пластичность можно также повысить добавлением высокопластичных глин. Самый распространенный способ повышения пластичности — их механическая обработка. Для понижения пластичности глин вводят добавки различных непластичных материалов (отошающие добавки).

Усадка – уменьшение линейных размеров и объема глиняного сырца при его сушке (воздушная усадка) и обжиге (огневая усадка). Усадку выражают в процентах от первоначального размера изделия.

Воздушная усадка происходит при испарении воды из сырца в процессе его сушки на воздухе и составляет, 2...10%.

Огневая усадка получается из-за того, что в процессе обжига легкоплавкие составляющие глины расплавляются и частицы глины в местах их контакта сближаются. Огневая усадка составляет 2...8%.

Полная усадка определяется как арифметическая сумма величин воздушной и огневой усадок. Значение полной усадки колеблется в пределах 4...18%. Полную усадку учитывают при формировании изделий.

Огнеупорность – свойство глины выдерживать действие высоких температур без деформации. По температуре плавления глины разделяются на легкоплавкие (с температурой плавления ниже 1350°C), тугоплавкие (с температурой плавления 1350...1580°C) и огнеупорные (свыше 1580°C).

Огнеупорные глины применяют для производства огнеупорных изделий, а также фарфора и фаянса. Тугоплавкие глины применяют в производстве кислотоупорен, плиток для полов, канализационных труб. Легкоплавкие глины используют для производства керамического кирпича, пустотелых камней, черепицы.

Цвет черепка после обжига зависит от состава и количества примесей в глине. Каолины дают черепок белого цвета. На цвет обожженных глин оказывает влияние содержание оксидов железа, которые придают окраску от светло-желтой до темно-красной и бурой. Оксиды титана вызывают синеватую окраску черепка. Используя минеральные красители, можно получать керамические изделия различных цветов и оттенков.

Спекаемость глин называют ее способность уплотняться при обжиге и образовывать камневидный материал. При спекании увеличивается прочность и уменьшается водопоглощение изделий.

6.2. Производство керамических строительных материалов и изделий

Эксплуатационные характеристики керамических изделий во многом определяются как составом сырьевых материалов, так и технологическими приемами их изготовления. В производстве обширной номенклатуры современной строительной керамики используются родственные технологические процессы, позволяющие кратко обобщить основы производства керамических материалов.

Можно выделить следующие общие технологические процессы:

1. добыча глины;
2. подготовка сырьевой массы;
3. формование изделия (сырца);
4. сушка;
5. обжиг.

Эти пять стадий производства являются общими для всех видов керамических изделий. Для отдельных видов изделий могут применять различные способы формования (кирпич пластического и полусухого формования), разные способы сушки (воздушная или в сушильных камерах), а также дополнительные производственные процессы – покрытие изделий глазурью или ангобом.

Добыча глины. Добыче сырья предшествует геологическая разведка, определение химического и минерального состава, физических свойств сырья, полезной толщи месторождения, его однородности и характера залегания, объема работ и т.д. Глина обычно залегает – на небольшой глубине. Разрабатывается сырье в карьерах открытым способом – одноковшовыми, многоковшовыми или роторными экскаваторами. Заводы по производству керамических изделий обычно строят вблизи месторождений глин, т.е. карьер является составной частью завода. Добычу глины стремятся осуществлять в теплое время года, создавая запас материала на складе для работы зимой. Транспортируют глину из карьера на заводы рельсовым транспортом в опрокидных вагонетках, ленточными транспортерами и автосамосвалами.

Подготовка сырьевой массы. Добытая в карьере и доставленная на завод глина непригодна для формования изделий, и нужно разрушить природную структуру глины, очистить ее от вредных примесей, измельчить крупные фракции, смешать с добавками, увлажнить ее, чтобы получилась удобоформуемая масса. В крытых складах или на открытых площадках глинистые материалы выдерживаются до двух лет. За это время разлагаются органические остатки и под действием атмосферных факторов (увлажнения и высушивания, замораживания и оттаивания) и предварительной обработки (рыхления, камнеудаления и т.д.) удается достичь сравнительной однородности массы, как по гранулометрическому, так и по минеральному составу. Дальнейшая подготовка массы осуществляется в зависимости от вида изделий и предполагаемой технологии их изготовления. На этом этапе с помощью камневыделительных машин, вальцов, мельниц различного вида, дозаторов добавок и воды, глиномешалок или диспергаторов удается получить массу, пригодную для формования изделий. Формовочную массу готовят пластическим, полусухим или мокрым способами в зависимости от свойств сырьевых материалов и требований к качеству получаемого изделия.

Формование изделий – одно из важных операций при изготовлении керамических изделий. Способы изготовления определяются формовочными свойствами сырьевой смеси и, прежде всего, пластичностью, которая многом зависит от количества воды в формовочной смеси. В зависимости от влажности формовочной массы способы подразделяются на сухой, полусухой, пластический и литьевой (шликерный).

При *сухом способе* пресс-порошок имеет влажность 2...6%, при которой используют механические или гидравлические прессы, развивающие

давление свыше 40 МПа. Данным способом изготавливают плотные керамические изделия: плитку для полов, некоторые виды кирпича, изделия из фаянса и фарфора.

Полусухой способ предусматривает использование рабочих смесей с влажностью 8... 12%. По этому способу изготавливается кирпич, фасонные изделия, плитка.

Наиболее экономичным и распространенным является *способ аластического формования* при влажности массы 18... 24%. Основной механизм, используемый в этом случае, – ленточный пресс. Шнек-вал прессы с переменным шагом лопастей перемалывает массу, одновременно уплотняя её к выходному отверстию. Вакуумирование на последней стадии прессования позволяет дополнительно уплотнить массу. Выходное отверстие прессы – мундштук обеспечивает получение непрерывного глиняного бруса необходимых геометрических размеров. Форма мундштука и его размеры определяют вид выпускаемых изделий: кирпич, камни, плитки, черепица, трубы, фасонные изделия. Установленные перед мундштуком пустотообразователи позволяют формировать дырчатые изделия, с щелевыми пустотами и т.д.

Литьевым способом изготавливают керамические изделия сложной геометрической формы: сантехнические изделия (раковины, унитазы, писсуары и т.д.), некоторые декоративные изделия, плитку для внутренней отделки помещений. Компоненты рабочей смеси тщательно размешивают, дозируют, перемешивают с водой. Влажность массы в этом случае от 40 до 60%. Подготовленная таким образом однородная масса выливается в гипсовые формы. Развитая микропористая структура гипсового камня обуславливает удаление части воды в пристеночных слоях. В результате в зависимости от времени достигается необходимая толщина уплотненного слоя. Избыток смеси после этого удаляется. После сушки отдельные элементы монтируются.

Сушка и обжиг изделий. В зависимости от способа изготовления влажность сырьевых смесей колеблется в очень больших пределах от 2 до 60%. Удаление воды из отформованных изделий сопровождается усадочными деформациями и, соответственно, возникновением внутренних напряжений. Последние при жестких режимах сушки могут являться причиной искривления, появления трещин, снижающих качественные показатели изделий. Сушку изделий производят до остаточной влажности 4... 6% в туннельных или камерных сушилках. Температура теплоносителя 120...150°C.

Обжиг керамических изделий – один из наиболее ответственных технологических этапов, во многом определяющих свойства получаемых материалов.

В производстве строительной керамики в основном используют туннельные печи непрерывного действия: высушенные изделия на обжиговых

вагонетках, передвигаясь по туннелям, постепенно нагреваются до температуры спекания в зоне сгорания топлива, а затем медленно охлаждаются встречным потоком воздуха.

При температуре порядка 100...120°C удаляется физически связанная свободная вода. При температуре 450 ...600°C глинистые вещества необратимо теряют пластические свойства. Дальнейшее повышение температуры приводит к разрушению кристаллической решетки алюмосиликатов и распаду их на отдельные окислы: при повышении температуры до 1000°C образуется соединение силлиманит, при температуре 1200-1300°C – новый минерал муллит. Эти минералы обеспечивают высокую прочность и стойкость керамического черепка к различным факторам внешней среды. После обжига полученные изделия медленно охлаждаются, так как при резком охлаждении могут образоваться трещины. Перед отгрузкой потребителю керамические изделия сортируют с целью проверки качественных показателей на их соответствие требованиям государственных стандартов.

6.3. Классификация строительных керамических материалов и изделий

Ассортимент строительной керамики можно подразделить по назначению на пять групп:

- стеновая;
- облицовочная;
- кровельный материал;
- материал для полов;
- специального назначения;
- санитарно-техническое оборудование.

Стеновые керамические материалы

Стеновую керамику изготавливают из глинистых и кремнеземистых (трепела, диатомита) пород, промышленных отходов с минеральными и органическими добавками и без них. В производстве кирпича эффективно применение топливосодержащих отходов в качестве добавки в шихту, это снижает на 30...40% расход сырья, на 50...70% температуру обжига и расход топлива. Новая технология с жестким формованием обеспечивает сокращение энергозатрат на 20%, снижение расхода металла на вагонетки. Экологически чистое производство обеспечивается при улавливании сернистого газа и переработке его в гипсовое вяжущее.

К этой группе строительных материалов относятся:

- кирпич глиняный обыкновенный;
- кирпич глиняный эффективный;
- камни керамические;
- панели керамические.

Кирпич составляет до 50% общего количества стеновых материалов.

Керамический кирпич (ГОСТ 530-95) изготавливают в форме параллелепипеда. В зависимости от размеров керамический кирпич подразделяют на виды:

- кирпич одинарный с размерами 250x120x65;
- кирпич утолщенный с размерами 250x120x88;
- кирпич модульных размеров одинарный с размерами 288x138x63;
- кирпич модульных размеров утолщенный с размерами 288x138x88;
- кирпич утолщенный с горизонтальным расположением пустот с размерами 250x120x88 мм.

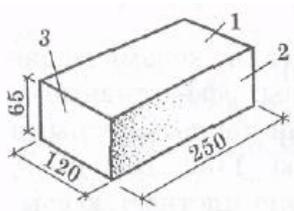


Рис.9. Кирпич керамический полнотельный: 1 – постель; 2 - ложка; 3 - тычок

Одинарный кирпич (рис. 9) выпускают полнотельным, утолщенный и модульных размеров с технологическими пустотами. Предельные отклонения от номинальных размеров не должны превышать по длине ± 5 , по ширине ± 4 , по толщине ± 3 мм. Поверхность граней должна быть плоской, ребра прямолинейными. Допускается выпускать изделия с закругленными вертикальными ребрами с радиусом закругления не более 15 мм. По фактуре поверхности (ложковой и тычковой) изделия могут быть гладкими и рифлеными. Кирпич не должен иметь механических повреждений и сквозных трещин (дефектов). На одном кирпиче допускается не более двух отбитостей ребер и углов, одна сквозная трещина по постели; искривление ребер и граней кирпича не должно превышать 3 мм. Количество половняка в партии должно быть не более 5%.

Кирпич должен быть нормально обожжен (кирпич недожженный и пережженный – брак). Кирпич-недожог имеет красный цвет, пониженную плотность и морозостойкость, кирпич-пережог темно-бурого цвета, он отличается большой плотностью, прочностью и высокой теплопроводностью.

Марку кирпича по прочности устанавливают по значению предела прочности при сжатии. По прочности кирпичи изготавливают следующих марок:

- 75, 100, 125, 150, 175, 200 и 300,
а с горизонтально расположенными пустотами:
- 25, 35, 50, 100.

По морозостойкости насыщенный водой кирпич должен выдержать не менее 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания; различается по маркам F15, F25, F35, F50.

Плотность кирпича в сухом состоянии 1600...1900 кг/м³, теплопроводность 0,7...0,82 Вт/(м·К), водопоглощение не менее 8%. Меньшее значение водопоглощения свидетельствует о повышенной теплопроводности кирпича, что не желательно.

Масса кирпича в высушенном состоянии должна быть не более 4,3 кг. В кирпиче не допускаются известковые включения («дутики»), вызывающие разрушение кирпича.

Применение. Керамический кирпич применяют для кладки каменных и армокаменных наружных и внутренних стен зданий и сооружений, столбов, сводов, печей и дымовых труб, фундаментов, изготовления сборных стеновых панелей.

Эффективные стеновые материалы применяют с целью снижения толщины и массы стен, а также улучшения теплотехнических свойств стен и ограждающих конструкций.

По плотности и теплотехническим свойствам керамические кирпичи и камни для стен делят на три группы:

- эффективные – плотностью не более 1400...1450 кг/м³ с высокими теплозащитными свойствами;
- условно-эффективные – плотностью 1450...1600 кг/м³;
- обыкновенные – керамический полнотелый кирпич плотностью выше 1600 кг/м³.

Кирпич глиняный обыкновенный – искусственный камень определенных размеров, полученный путем пластического или сухого прессования и обжига глины.

По строению он подразделяется на:

- полнотелый (сплошной);
- пустотелый.

По размерам различают:

- одинарный 250x120x65 мм;
- модульный 250X120X88 мм (изготавливают с пустотами и массой не более 4 кг).

В зависимости от предела прочности при сжатии кирпич глиняный обыкновенный подразделяется на семь марок: 75, 100, 125, 150, 200, 250 и 300. По морозостойкости кирпич подразделяется на четыре марки: Мрз 15, Мрз 25, Мрз 35 и Мрз 50.

Свойства: высокие прочность, долговечность, водостойкость, стойкостью к агрессивным средам, содержащимся в грунтовых и сточных водах, теплостойкость.

Применение – при кладке стен, сводов и других частей зданий, подвальных помещений, фундаментов и цоколей зданий, печей и дымовых труб. Объемная масса и коэффициент теплопроводности глиняного кирпича несколько ниже, чем силикатного, однако по соображениям теплозащитности стены из него приходится возводить (как и в случае силикатного

кирпича) большей толщины, чем это необходимо по расчетам на прочность. Такие стены имеют излишнюю прочность, которая полностью не используется. Большая масса таких стен создаёт значительную нагрузку на фундамент. Поэтому обыкновенный кирпич стремятся, где это возможно, заменить на другой, менее теплопроводный. Его часто называют эффективным.

Кирпич глиняный эффективный, сохраняя достаточную прочность, имеет меньшую объемную массу, большую пористость и лучшие теплозащитные свойства, чем обыкновенный.

Различают два основных вида эффективного кирпича: пустотелый и легковесный. В настоящее время промышленность выпускает одинарные и модульные кирпичи с 13, 19, 32 и 78 отверстиями (рис. 10).

В зависимости от предела прочности при сжатии кирпич выпускается четырех марок: 75, 100, 125, 150. Морозостойкость кирпича равна 15.

Свойства: кирпич глиняный легковесный изготавливается из диатомов (трепелов) с выгорающими добавками или без них или из глины с выгорающими добавками. Объемная масса его небольшая и колеблется в пределах 700-1400 кг/м³. Легковесный кирпич выпускается размерами 250x120x65 мм. Прочность его невелика: от 35 до 100 кгс/см², морозостойкость – 10.

Применение – наравне с обыкновенным применяется при кладке наружных и внутренних стен зданий, перегородок и других конструкций, за исключением кладки фундаментов. Легковесный кирпич применяется для кладки стен малоэтажных зданий и для верхних этажей многоэтажных зданий. Не допускается использование его для кладки фундаментов и цоколей ниже гидроизоляции, а также печей и дымовых труб.

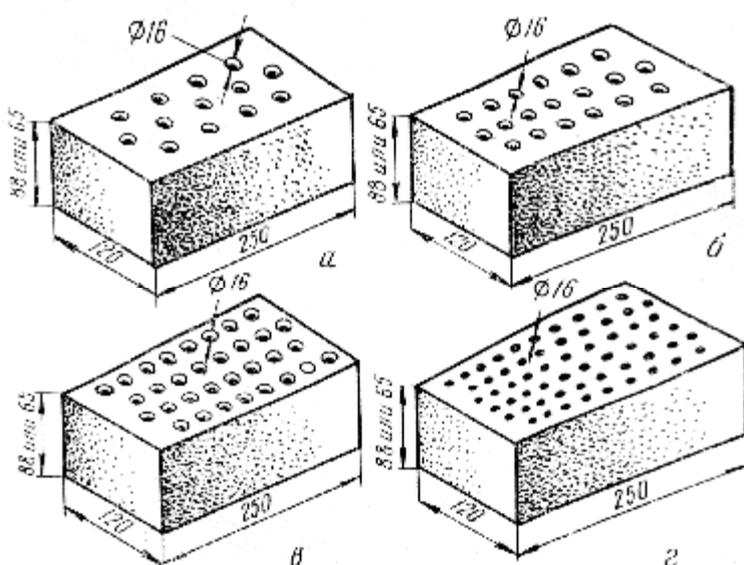


Рис 10. Кирпич глиняный пустотелый:

а — кирпич с 13 пустотами; б — кирпич с 19 пустотами; в — кирпич с 32 пустотами; г — кирпич с 78 пустотами

Керамические строительные материалы и изделия обладают красивым внешним видом, прочностью, долговечностью и находят широкое применение для наружных и внутренних облицовок. Для наружной облицовки фасадов зданий широко применяются кирпич лицевой и плитки фасадные, для внутренней облицовки – плитки глазурованные различных типов.

Кирпич лицевой. Обладая всеми свойствами обыкновенного кирпича, является одновременно не только конструкционным, но и декоративным материалом. Его изготавливают из высококачественных легко- и тугоплавких глин. Лицевой кирпич характеризуется тщательной обработкой лицевой поверхности, четкостью формы и граней, однородностью цвета (от белого, слегка кремового, до красноватых и коричневатых тонов).

К **эффективным керамическим материалам** относятся:

- строительный легкий кирпич;
- пустотелые кирпичи;
- пустотелые камни.

Кирпич строительный легкий изготавливают путем формования и обжига из диатомитов или трепелов с добавками глины или из глины и выгорающих добавок. Технология изготовления схожа с технологией изготовления обыкновенного керамического кирпича пластического формования.

Свойства: имеет меньшую плотность, теплопроводность, что позволяет уменьшить толщину стены и облегчить конструкцию здания. Плотность их от 700 до 1500 кг/м³. Марки прочности: 75; 100; 125; 150; 200, морозостойкость F10.

Применение – для кладки наружных и внутренних стен зданий и сооружений. Нельзя применять для фундаментов.

Керамические пустотелые кирпичи пластического формования и полусухого прессования и **керамические пустотелые камни** имеют форму прямоугольного параллелепипеда. Изготавливают их из легкоплавких глин.

Пустоты в изделиях располагаются перпендикулярно или параллельно постели и могут быть сквозными и несквозными. Толщина наружных стен пустотелого изделия должна быть не менее 12мм. Ширина щелевидных пустот должна быть не более 16мм, а диаметр цилиндрических сквозных пустот и размер стороны квадратных пустот — не более 20 мм. Диаметр несквозных пустот и размеры горизонтальных пустот не регламентируются.

Качество кирпича, а также форма, количество и размеры пустот нормируются ГОСТ 530-95.

Водопоглощение пустотелых изделий не менее 6 %. По прочности кирпич и камни делят на марки 75, 100, 125, 150, 175, 200, 300, а по морозостойкости на марки F15, F25, F35, F50.

На рис. 11 приведены кирпичи и камни с различными по числу, объему и конфигурации пустотами.

Кирпич пустотелый с круглыми или прямоугольными пустотами, расположенными перпендикулярно постели, пластического прессования (экструзионный) выпускают шести видов с количеством пустот от 18 до 32 и пустотностью 13...45%; кирпич прессованный – пяти видов с несквозными или сквозными отверстиями с количеством отверстий 3...17 и пустотностью 2,25...12,7%.

Кирпич с горизонтальными пустотами выпускают двух видов с шестью сквозными прямоугольными отверстиями, расположенными в два ряда. Керамические камни изготавливают из легкоплавких глин с добавками или без них путем формования и последующего обжига. Формуют камни на вакуумных прессах.

Промышленность выпускает камни следующих размеров:

- камень – 250x120x138 мм;
- камень модульных размеров – 288x138x138;
- камень модульных размеров укрупненный – 288x288x88;
- камень укрупненный – 250x250x188;
- камень укрупненный с горизонтальным расположением пустот – 250x250x120; 250x200x80 мм.

Предельные отклонения от номинальных размеров у камней по длине и ширине соответственно ± 5 и ± 4 мм, по толщине ± 4 мм. Масса камней в высушенном состоянии не более 16 кг. Количество пустот в керамических камнях от 7 до 28 и пустотность 25...45%. В соответствии с ГОСТ 7484-76 (кирпич и камни керамические лицевые) отклонения от размеров не должны превышать по длине 4 мм; по ширине 3 мм. На боковых гранях кирпича не допускается наличие трещин. Цвет кирпича и камней определяется составом исходного глинистого сырья и режимом обжига. Отечественная промышленность выпускает изделия белого, кремового, алого, коричневого цветов, с гладкой или рифленой поверхностью. Офактуривание ложковой и тычковой граней кирпича осуществляется перед разрезкой глиняного бруса с помощью валиков, щеток и других механических приспособлений. Для придания изделиям большей декоративности на их лицевые поверхности наносят цветные глазури и ангобы.

Применение пустотелых керамических изделий на 20-30% снижает материалоемкость ограждающих конструкций, уменьшает толщину наружных стен на 20%, массу стен на 35%, расход цементного раствора на 45%, сокращает транспортные расходы и нагрузки на основание. Поэтому применяют пустотелые кирпичи для несущих, наружных и внутренних стен, перегородок и других частей зданий и сооружений. Не рекомендуется использовать пустотелый кирпич для фундаментов, цоколей и стен помещений с повышенной влажностью (бани, прачечные и др.) Керамические камни заменяют 4...6 кирпичей.

Применение укрупненных камней дает возможность уменьшить толщину наружных стен на 20%, массу стен – на 60, расход раствора – на 55%, а керамических материалов в 2 раза; снизить число швов в кладке и трудоемкость возведения стен по сравнению с полнотелым кирпичом. Из пустотелых камней возводят несущие стены и перегородки, стены каркасных зданий, изготавливают керамические панели.

Конструкции из пустотелых керамических камней с горизонтальными пустотами применяют для устройства междуэтажных и чердачных перекрытий и покрытий жилых, общественных и промышленных зданий (без динамических нагрузок).

86

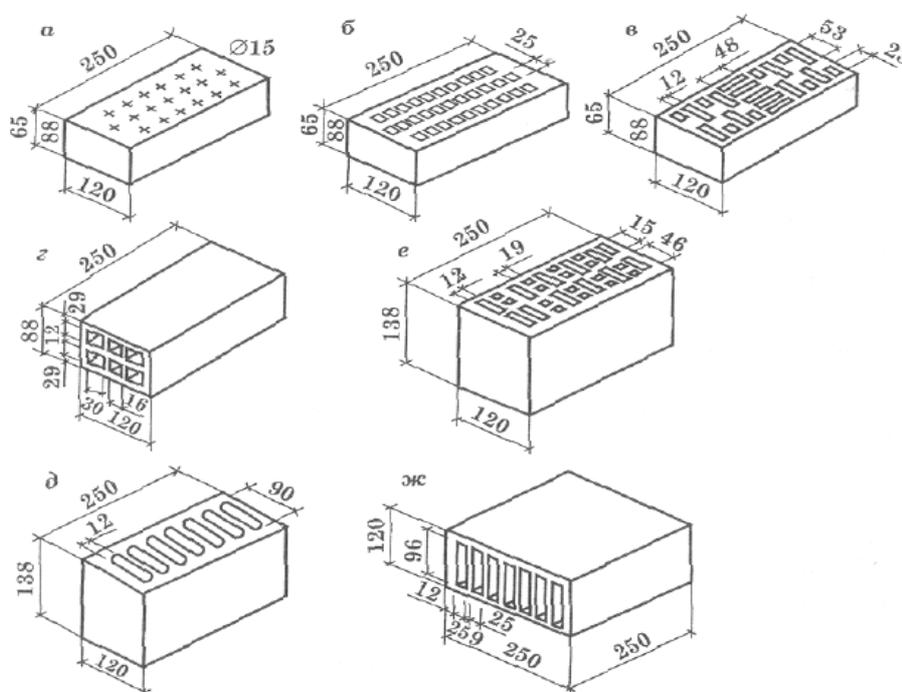


Рис. 11. Кирпич и камни пустотелые (в скобках пустотность, %):
 а — 19 (13%); б—31 (32%); в — 21 (32%); г — 6 горизонтальных (42%);
 д — 7 (25%); е — 28 (33%); ж — 7 горизонтальных (56%)

Стеновые керамические панели - крупногабаритные строительные изделия из кирпича на цементном растворе с утеплителем. Они могут быть однослойными, изготавливаемыми из пустотелых керамических камней, и двухслойными — из кирпича на ребро (его толщина 120 мм) и утеплителя (плиты минераловатные, фибролит, пеностекло) толщиной 100 мм. Различают панели для наружных и внутренних стен, а также специальные (цокольные, вентиляционные и др.).

Кирпичные или керамические панели позволяют расход кирпича уменьшить в 2,2...3,2, расход цемента на кладку в 2...2,5, массу стены в 1,8...3,0 раза. При этом затраты труда в строительстве сокращаются на 40%, а сроки строительства – на 30%.

Облицовочные керамические материалы для стен и полов

Из широкой номенклатуры облицовочных материалов наиболее часто используют керамические материалы, получаемые формованием, сушкой и последующим обжигом глин или их смесей с различными добавками.

Свойства - характеризуются высокой прочностью, долговечностью, декоративностью и высокими эксплуатационными качествами. Керамические материалы независимо от их структуры и цвета могут быть:

- глазурованными;
- неглазурованными.

Применение – для облицовки санитарных узлов и кухонь в жилых зданиях, операционных в больницах, душевых, бань и прачечных, цехов пищевых предприятий, станций метрополитена и пр. Отделка вертикальных и горизонтальных поверхностей плиткой предохраняет поверхности от увлажнения, механических повреждений, воздействия огня, химических агентов; обеспечивает поддержание требуемых санитарно-гигиенических норм; придает поверхности красивый внешний вид.

Основными видами облицовочных керамических изделий являются плитки, реже кирпичи. В зависимости от назначения различают:

- фасадные плитки;
- лицевые кирпичи и камни;
- глазурованные плитки для внутренней отделки стен и плитки для настилки полов.

Керамическая плитка бывает:

- Из красной, белой или цветной массы (в зависимости от исходного сырья);
- С пористой или плотной основой (в зависимости от корпуса плитки);
- Эмалированная (глазурованная) или не покрытая глазурью и т.д.

Фасадная керамическая плитка. (ГОСТ 13996-93) – изготовленное из керамической или шлакосодержащей массы плоское тонкостенное глазурованное или неглазурованное изделие, применяемое для наружной облицовки стен, стеновых панелей, цоколей зданий и сооружений. *Фасадные плитки* выпускают как глазурованные, так и неглазурованные с гладкой или рельефной поверхностью. В зависимости от размера различают плитки керамические фасадные и плитки керамические фасадные малогабаритные. Плитки керамические фасадные в соответствии с ГОСТ 13996-93 выпускают прямоугольные толщиной 10 мм - 250x140, 250x65, 215x120, 140x120 мм; толщиной 7 мм - 150x75, 143x68, 120x65, 65x60 мм и квадратные 68x68 мм.

Плитки фасадные изготавливают из улучшенных сортов глин, содержащих пониженное количество окислов железа. По форме выпускают плитки:

- квадратные (размеры от 21x21x4 мм до 96x96x4 мм);
- прямоугольные (размеры от 46x21x4 мм до 250x140x10 мм).

По характеру отделки поверхности плитки фасадные подразделяются на:

- неглазурованные (гладкие и рельефные);
- глазурованные (с блестящей или матовой, прозрачной или белой цветной глазурью).

Плитки для внутренней облицовки стен - керамические плитки в виде квадратных, прямоугольных или фигурных пластинок с лицевой стороной, покрытой глазурью. Изготавливают их из глины или специально составленной керамической массы способом полусухого прессования. При этом их водопоглощение не превышает 16%. Лицевая поверхность всегда покрывается одно- и многоцветной глазурью, гладкими и рифлеными. Цветовая гамма, рисунок, фактура поверхности достигаются формованием и при нанесении глазури методом полива, набрызга, шелкографии и т.д. Тыльная поверхность плиток обычно выполнена рифленой для лучшего сцепления с раствором. Размеры плиток изменяются в очень широких пределах от 1,2 x 1,2 см до 33x33 см. В зависимости от формы и размеров промышленность выпускает 28 типоразмеров плиток. Преимущественное распространение получили квадратные (150x150 мм) и прямоугольные (150x75 мм) плитки. Они выполняют защитные, декоративные, а при внутренней облицовке – и санитарно-гигиенические функции (легко очищаются от загрязнений). Форма плиток, используемых для отделки, чаще всего квадратная или прямоугольная для отделки криволинейных поверхностей используется ковровая керамика. Необходимыми элементами внутренней отделки являются фасонные изделия: плинтусы, прямые и обратные уголки, карнизы и т.д.

Технологическая схема производства керамической плитки состоит из следующих циклов:

- приготовление раствора (смеси);
- формовка изделия;
- сушка;
- приготовление глазури и глазуровка (эмалировка);
- обжиг.

В зависимости от материала такие плитки делятся на:

- гончарные;
- фаянсовые;
- фарфоровые.

Гончарные плитки изготавливают из обычных глин, фаянсовые из светложгущихся глин с различными добавками, фарфоровые – из особых сортов беложгущихся глин с большим количеством легкоплавких соединений. Фарфор обладает намного меньшей пористостью, чем фаянс; водо-

поглощение фаянса достигает 10-15%, фарфора – около 0,5%. Стоимость фарфоровых изделий высока, поэтому применяют их редко.

Фактура плиток может быть:

- гладкой;
- рельефной.

Керамические плитки различают также по виду глазури. Она может быть:

- прозрачной и непрозрачной;
- глянцевой и матовой;
- белой и цветной.

Прозрачная глазурь создает блестящую лицевую поверхность плитки, цвет такой плитки аналогичен цвету черепка. Непрозрачная (глухая) глазурь придает лицевой поверхности плитки цвет пигмента (красителя), введенного в глазурь.

Плитки с подглазурной росписью получают, нанося на обожженные изделия цветовой рисунок и покрывая их по рисунку прозрачной глазурью. Применяют эти плитки для отделки уникальных зданий.

Глазурь для этих плиток подразделяется на:

- прозрачную и глухую;
- блестящую и матовую.

По виду сырья плитки делятся на:

- майоликовые (из красножгущихся глин);
- фаянсовые (из смеси каолинового песка и полевых шпатов).

Фаянсовые плитки изготавливают из огнеупорных глин с добавками кварцевого песка и плавней, понижающих температуру плавления. Черепок фаянсовых плиток белый или слабо окрашенный.

Майоликовые плитки изготавливают из обыкновенных глин, покрываемых глухой глазурью. Выпускают их с поверхностным слоем из окрашенных глин и покрытых прозрачной глазурью («меццо-майолика») из светлых цветных глин, покрытых прозрачной цветной глазурью, отливающей радужными оттенками («майолика восстановительного огня»). Майоликовые плитки – с непрозрачной глазурью – изготавливают из легкоплавких глин с добавлением 20% мела. Лицевая поверхность плиток может быть гладкой или рельефной, покрытой белой или цветной глазурью, с одноцветным и многоцветным узором, декорированной (сериография – изготовление по фотоснимку рисунка сетки-трафарета; напыление; применение деколей; ручная роспись).

Высокое качество, широкая гамма цветов и рисунков, красивый внешний вид, долговечность и гигиеничность дают возможность применять плитку для облицовки внутренних стен жилых помещений, общественных и промышленных зданий.

Плитки изготовляют размером, мм: 150x150x6; 150x250x7; 200x200x7; 200x300x7. Отклонение от номинальных размеров плиток не должно превышать следующих величин, мм: для плиток размером 150 – $\pm 1,2$; размером 200 – $\pm 1,6$; по толщине $\pm 0,5$.

Свойства – водопоглощение не более 16%; предел прочности при изгибе не менее 15МПа; термическая стойкость плиток, покрытых белой глазурью, - 150 °С, цветной -125 °С; твердость глазури по Моосу не менее 5.

Плитки для наружной отделки сооружений выпускаются методом пластического или полусухого прессования. Плитки крупных размеров для отделки нижних частей сооружений обжигают до спекания или полного плавления с пористостью до 1%. Условия эксплуатации керамических изделий достаточно жесткие: воздействие влаги, термических факторов, солнечного света, промышленных газов, органических кислот и др.

Применение – для отделки фасадов, цокольных частей зданий, подземных сооружений.

Фасадные плитки. Водопоглощение для специальных плиток не должно превышать 5% для рядовых – 7... 10%. Форма, типоразмеры, фактура наружного слоя, цвет выпускаемых плиток в настоящее время очень широки. Плитки выпускаются размерами от 21x21x4 мм до 2Гx140x10 мм, а в ряде случаев 500 x 500 x 7 мм и выше.

Крепление малоразмерных плиток к поверхности очень трудоемкий процесс, поэтому при необходимости нанесения плитки на большие отделываемые поверхности используется так называемая **ковровая мозаика**. В заводских условиях с помощью водорастворимого клея плитки «лицом вниз» по определенному рисунку наклеиваются на плотную бумагу. Полученный ковер замоноличивается на лицевой поверхности панелей или блоков при изготовлении в заводских условиях или на любой другой защищаемой поверхности. После отвердения раствора бумага смывается.

Облицовочные материалы для полов характеризуются в отличие от всех других покрытий из других материалов высокой прочностью при износе, достаточным сопротивлением удару, долговечностью (до 50 лет), декоративностью, инертностью к действию различных химических и термических агентов, водонепроницаемостью; они гигиеничны и удобны в эксплуатации.

Керамические плитки для пола (ГОСТ 6787–90) изготовляют из глиняной массы с отощающими добавками и окрашивающими примесями путем сухого прессования и последующего обжига до спекания. Черепок этих плиток плотный, с водопоглощением не более 4%. В настоящее время плитки для пола выпускают методом полусухого формования или методом литья из расплава горных пород (базальта, диабазы, мрамора или жидких металлургических шлаков) и обжигают до спекания. В этом случае пористость изделий составляет 1...5%. Введением в состав формовочной массы

тугоплавких или огнеупорных компонентов (кварцита, хромитов, корунда и т.д.) получают структуру с имитацией природного гранита. К этой группе строительной керамики относятся плитки для обычных и мозаичных полов. Такие изделия выпускаются под названиями гранитокерамика, экстрагранит и т.д.

Плитка для пола выпускается с гладкой лицевой поверхностью, офактуренной, шлифованной. Размеры выпускаемых изделий от 23x23x4 мм до 500x500x7 мм. Выпускается плитка с поверхностью, имитирующей деревянный паркет, природный камень.

Плитки для обычных полов по форме бывают квадратные, прямоугольные, треугольные, шестигранные, четырехгранные (половинки шестигранных), восьмигранные. Размеры плиток (длина граней) колеблются в пределах 50-150 мм, толщина – 10-13 мм. По виду лицевой поверхности плитки бывают гладкими, шероховатыми и тисненными; по цвету – одноцветными и цветными.

Лицевая поверхность плиток может быть:

- неглазурованной;
- глазурованной;
- одноцветной;
- мраморовидной;
- с рисунком.

Керамические плитки для полов подразделяют на

- крупные;
- мозаичные.

Мозаичные плитки размером 48x48 и 23x23 мм, толщиной 6 и 8 мм поставляют (наклеенными водорастворимыми клеями по определенной схеме лицевой поверхностью на оберточную бумагу) в виде отдельных ковров. Цвет плиток может быть белым, желтым, красным, серым и др. Водопоглощение их до 4%. Листы с наклеенными «коврами» упаковывают в пачки до 10 шт. в каждой и хранят в закрытых помещениях, не допуская размягчения или пересыхания клея.

Применение – в помещениях с интенсивным движением (вестибюли, фойе), повышенным увлажнением покрытия (душевые, бассейны, прачечные, санитарные узлы, бани), в производственных помещениях некоторых предприятий и т.д. Поэтому необходимым требованием, предъявляемым к таким изделиям, является их высокая прочность и низкая пористость.

Преимущества керамической плитки:

- очень прочный и твердый материал. Предел прочности правильно уложенной плитки при так называемой «сосредоточенной нагрузке» в 10-20 раз превосходит возможности цемента или железобетона;
- не гнется и не деформируется даже при очень высоких нагрузках на разрыв (чем толще плитка, тем выше этот показатель);

- обладает огнеупорностью и огнестойкостью, поэтому используют для облицовки печей и каминов. Огнестойкость означает, что она вообще не горит и, более того, защищает от огня облицованную поверхность. Причем при нагревании никаких токсичных газов не выделяет;

- не чувствительна к воздействию солнечных лучей и не изменяет своего цвета;

- не проводит электрический ток;

- обладает «иммунитетом» к разрушающему воздействию химически активных веществ (за исключением фтористо-водородной кислоты).

Недостатки керамических полов:

- высокое теплоусвоение (благодаря большой теплопроводности плотной керамики) делает пол холодным;

- низкое сопротивление ударным нагрузкам;

- низкие акустические свойства;

- повышенная скользкость гладких плиток (для уменьшения скользкости и создания более красивого внешнего вида применяют более мелкие плитки размером 48x48 мм и 22x22 мм (ковровая керамика). На предприятиях-изготовителях такие плитки часто наклеивают на бумагу с раскладкой по определенному рисунку)

Разновидности плитки

Плитка однократного обжига получается путем прессования смеси из отборных сырьевых ингредиентов (глины, полевые шпаты, флюсы и кварц). Спрессованная смесь подвергается глазурованию и далее однократному обжигу, что обеспечивает хорошее прилипание глазури к смеси.

Низкопористая плитка применяется для устройства внутренних и наружных полов и характеризуется высокой стойкостью к механическим агентам и морозу. Изделия подвергаются повышенной усадке в процессе обжига и поэтому продаются разделенными на партии по калибру.

Высокопористая плитка – изделия однократного обжига, изготавливаются из специальной смеси, снижающей усадку в процессе обжига. Изделия имеют повышенную пористость (большее водопоглощение) и низкую механическую прочность, что делает их пригодными для облицовки стен.

Плитка из фарфоровой керамики (или керамический гранит, грес, грес «порцеланатто», колормасса, плитка из искусственного камня) изготавливается однократным обжигом. Получают прессованием смеси из белой глины, каолина, полевых шпатов и кварца: рецепт смеси похож на состав фарфора, отсюда и название изделия.

Свойства: плитка имеет высокую износостойкость, механическую прочность, низкое водопоглощение, исключительное сопротивление по-

стоянным механическим воздействиям, нейтральность к воздействию кислот и щелочей, морозоустойчивость, устойчивость к воздействию ультрафиолетовых лучей, очень плотную и почти «остеклованную» структуру, что обеспечивает его очищаемость от всех видов пятен. В отличие от естественного камня не имеет радиационного фона.

Для получения различных оттенков и эстетических эффектов в массу добавляют смеси окисей-красителей. Плитку чаще всего не глазурируют. Изделие можно подвергать полировке, что повышает его эстетическую ценность, но снижает прочность.

Применение - для устройства полов в любых помещениях, подлежащих очень сильному износу и требующих повышенной стойкости к химическим агентам и морозу. Это идеальный материал для помещений общественного назначения с большой проходимостью, его могут использовать для внутренней и внешней отделки, напольного покрытия и отделки фасадов, а также для специальных промышленных помещений.

Агломамор, как и *керамогранит*, дешевле керамического гранита. На 95-96% состоит из крошки природного мрамора, полиэфирной смолы (4-5%; эластичность смолы делает агломамор более прочным, чем натуральный камень) и карбоната кальция (для лучшего скрепления). В процессе производства выкачивают весь воздух, пузырьки которого могут ослабить прочность массива, а затем подвергают материал вибропрессовке. Готовые блоки распиливают алмазным инструментом, шлифуют, полируют.

Плитка, глазурированная под давлением. По современной технологии глазурирования под давлением глазурирование смеси производится одновременно с приготовлением самой смеси. Слой глазури подвергается прессованию вместе со смесью и дальше – обжигу.

Свойства: плитка имеет низкую пористость и высокую толщину слоя глазури.

Применение - для устройства полов, подвергаемых высоким нагрузкам при интенсивном движении.

Плитка двукратного обжига используется для облицовки стен и пола, в особенности при необходимости придания блеска поверхности плитки. Двукратный обжиг имеет технологическое преимущество перед однократным: при однократном в процессе обжига через глазурь проникает газ от разложения смеси, что образует на блестящей поверхности плитки мелкие следы в форме концов булавок, трещин: такой недостаток отсутствует при технологии двукратного обжига.

Клинкерная плитка изготавливается из неоднородных видов глины с добавлением окисей-красителей, флюсов и шамота. Формовка изделия происходит путем экструдирования: изделие подвергается или не подвергается глазурированию (возможно применение способа однократного обжига).

Свойства: низкая пористость, высокая механическая прочность и стойкость к истиранию и химическим агентам.

Применение – для устройства внутренних и наружных полов, лестниц, облицовки наружных стен, в том числе для облицовки плавательных бассейнов.

Плитка типа СОТТО чаще всего не подвергается глазуровке.

Изделие изготавливается путем экструдирования смеси из разных видов природной глины без особого сортирования и смешивания.

Применение. Использование этой плитки является весьма древним и широко распространенным как в реконструкции старинных, так и в строительстве современных зданий. Применяется для устройства внутренних и наружных («рустованных») полов.

Фасадная керамика для фасадов способствует повышению долговечности стен зданий, улучшает художественно-декоративные качества и своеобразие, снижает расхода на эксплуатацию. К фасадной керамике относят лицевые кирпичи и камни, плитки керамические фасадные и ковровую керамику. Фасадная керамика укладывается снаружи, характеризуется значительным разнообразием глазурованных, структурированных и неглазурованных поверхностей, сопротивляемостью сезонным климатическим воздействиям: колебаниям температуры, морозным периодам, повышенной влажности, климатическим осадкам, ультрафиолетовому излучению и т.п., а также обладает механической прочностью, износоустойчивостью, сопротивлением воздействиям химических веществ, низким водопоглощением, негорючестью (строительный материал класса А1 экологическая чистота), малым собственным весом (до 18 кг/м²).

Фигурные плитки для «бесшовной» облицовки. Лицевая поверхность фигурных плиток имеет рельефный рисунок. При облицовке плитки укладывают так, чтобы получился единый узор. Эти плитки снабжены фальцами, благодаря которым швы между плитками маскируются и вода не проникает под облицовку в помещениях с влажной средой. «Бесшовной» облицовкой отделывают внутренние помещения некоторых общественных зданий.

Керамические плитки для внутренней облицовки стен и перегородок (ГОСТ 6141-91). Плитки изготавливают квадратные, прямоугольные и фасонные из глины или специально составленной керамической массы. Черепок плиток пористый, а тыльная поверхность плиток имеет четкие рифы высотой не менее 0,3 мм для лучшего сцепления с раствором. Ко всем видам облицовочных плиток для интерьеров предъявляются строгие декоративно-художественные требования к цвету, рисунку и фактуре лицевой поверхности. Керамические глазурованные плитки применяют в помещениях с повышенной влажностью (ванные комнаты, душевые, бани и т.п.).

Литые керамические плитки выпускают в *коврах*, наклеенных на бумагу. **Ковер из керамических плиток** – набор плиток, наклеенных на лист бумаги, предназначенный для облегчения работ при укладке.

Ковер «брекчия» – набор частей плиток произвольной формы, наклеенных на лист бумаги.

Лицевая поверхность плиток может быть гладкой или рельефной, неглазурованной, частично или полностью покрыта одноцветной или многоцветной глазурью или декорированной различными методами. Глазурь может быть блестящей или матовой. Плитки изготовляют с завалом или без завала лицевых поверхностей.

Для изготовления ковров применяют плитки прямоугольной и квадратной формы, одного или нескольких цветов. Размеры ковровых плиток 48x48 и 22x22 мм при толщине 4 мм. Плитки в коврах должны быть прочно наклеены на бумагу лицевой поверхностью. Водопоглощение плиток должно быть не более 12%, а морозостойкость – не менее 35 циклов замораживания-оттаивания.

Ковры изготовляют из плиток одного тона, нескольких цветов по определенному рисунку и набранных из кусков плиток не менее 1 см² с неориентированным их распределением типа «брекчия». Плитки керамические литые предназначены для облицовки внутренних и наружных поверхностей стен жилых, общественных и промышленных зданий, балконных экранов, колонн, для монументально-декоративных работ.

Лицевая поверхность плиток равномерно покрыта прозрачной или глухой белой или цветной глазурью или несколькими цветными глазурами.

Кирпичи лицевые и камни (ГОСТ 7484—78) изготавливают из беложгущихся глин аналогично технологии изготовления керамического кирпича. Для изготовления используют не только глины, но также трепелы и диатомиты.

Лицевые кирпичи и камни бывают сплошными и пустотелыми, характеризуются правильной формой, четкими гранями и однородностью окраски. Цвет лицевого кирпича и камней от кремового до темно-красного.

В зависимости от формы и назначения лицевые кирпичи и камни подразделяют на:

- рядовые (для гладких стен);
- профильные (для поясков, карнизов и т.д.).

В настоящее время внедрен эффективный метод получения лицевого кирпича и керамических камней - ангобированием. Ангоб, изготовленный из белой глины с различными добавками, наносят с помощью специальных форсунок на свежеформованный или высушенный кирпич, который затем обжигают. Цвет ангобов: белый, серый, зеленый, голубой, красный, кирпичный и др.

Фактурный слой наносят на две взаимно перпендикулярные поверхности изделий (тычковую и ложковую).

Укладывают лицевые кирпичи и камни вместе с кладкой стены, и они являются не только декоративным оформлением, но и конструктивным несущим элементом.

Кирпич и камни, лицевые должны обладать повышенной атмосферостойкостью, прочностью. Они имеют следующие марки прочности — М75, 100, 125, 150, 200, 300, водопоглощение не менее 6% из беложгущихся глин; 20% из глин с добавкой трепелов и диатомитов; 28% из трепелов и диатомитов. Морозостойкость составляет F25, F30, F50.

Применение - для кладки фасадов и внутренних стен вестибюлей, лестничных клеток, переходов, садово-парковых ограждений.

Керамические материалы и изделия специального назначения.

Теплоизоляционная керамика

К этой группе могут быть отнесены пустотелые и пористо-пустотелые кирпичи и камни (см. стеновые керамические материалы), обладающие почти вдвое меньшей, по сравнению с полнотелым кирпичом, теплопроводностью.

С развитием производства легких бетонов широкое применение находят вспученные керамические материалы – керамзит и аглопорит.

Керамзит – легкий ячеистый материал с закрытой структурой мелких пор, обладающий замечательными качествами: малой плотностью и высокими теплоизоляционными свойствами. Сырьем для его производства являются легкоплавкие глины, содержащие 6..12% оксидов железа, 2...3% щелочных оксидов и до 3% органических примесей – трепелы, глинистые сланцы, золы ТЭС, способные вспучиваться в условиях термической обработки.

При температуре 1050...1300°С ведётся обжиг глины, во время которого происходит разрушение органических добавок с выделением газов и водяных паров, вспучивающих размягченный материал, образуя в нем поры.

Охлажденный до температуры 50...70°С керамзитовый гравий транспортируют на склад готовой продукции, где его сортируют по размеру гранул на фракции. Качество керамзита характеризуется размером зерен, плотностью и прочностью.

По размеру зерен керамзитовый гравий делят на три фракции: 5...10, 10...20 и 20...40 мм. Зерна менее 5 мм относят к керамзитовому песку. Гранулы керамзитового гравия должны иметь эллипсоидную или округлую форму и оплавленную поверхность.

Предел прочности при сжатии (0,4...5,5 МПа для класса А и 0,3...4 МПа для класса Б) зависит от марки керамзитового гравия. В зависимости от насыпной плотности его подразделяют на марки 150...800 кг/м³. Водопоглощение составляет в пределах 15...25%, влажность гравия должна быть не более 2%, морозостойкость не ниже F15. Керамзит атмосферостоек.

Применение – как заполнитель для легких бетонов и как теплоизолирующие засыпки в слоистых конструкциях.

Аглопорит – пористый кусковой материал, получаемый спеканием (агломерацией) шихты из глинистых пород, шахтных выработок (угля), шлаков или зол с последующим дроблением и рассевом на фракции.

В зависимости от насыпной плотности аглопоритовый щебень подразделяют на марки 300... 1000 кг/м³, предел прочности при сжатии 0,3...3 МПа.

Применение – в качестве заполнителя для легких бетонов.

К теплоизоляционной керамике относят также плиты, камни, кирпичи, скорлупы, сегменты, получаемые из глин, трепелов, диатомитов, перлитов и вермикулитов.

Кислотоупорная керамика

Изделия кислотоупорной керамики применяют в химической и целлюлозно-бумажной промышленности. Выпускают их в виде прямого и клинообразного кирпича, плиток, труб и фасонных частей к ним.

Свойства кислотоупорной керамики:

- имеет черепок повышенной плотности;
- обладает высокой механической прочностью и термостойкостью;
- выдерживает длительное воздействие кислот и щелочей.

Разновидности кислотоупорной керамики

Кислотоупорный кирпич изготавливают двух видов: прямой с размерами 230x113x65 мм и клинообразный. По свойствам и внешнему виду кирпич подразделяют на три сорта: I, II и III.

Свойства – кислотостойкость кирпича 92...96%, водопоглощение не более 8...12%, прочность при сжатии 15, 20, 25 МПа.

Применение – для кладки и футеровки химических аппаратов, настилки полов, футеровки варочных котлов.

Кислотоупорные плитки изготавливают трех типов:

- кислотоупорные (К);
- термокислотоупорные (ТК);
- термокислотоупорные для гидролизной промышленности (ТКГ).

По форме они бывают квадратными, прямоугольными и клинообразными со стороной размером от 50 до 200 и толщиной от 10 до 50 мм.

Свойства – плитки имеют плотный спекшийся черепок, высокую прочность при сжатии не менее 39 МПа, низкое водопоглощение 6...9% и высокую кислотостойкость 96...98%.

Применение – для футеровки аппаратов и газоходов, облицовки панелей и сточных желобов.

Кислотоупорные трубы и фасонные части к ним покрыты снаружи и внутри кислотостойкой глазурью. Кислотостойкость должна быть не менее 98%.

Свойства – имеют плотный спекшийся черепок, отличаются высокой плотностью и прочностью. Кислотостойкость достигается. Водопоглощение не более 3%, прочность при сжатии 40 МПа и более.

Применение – кислотоупорные трубы и фасонные части к ним применяют для перемещения кислот и газов при разрежении или давлении до 0,3 МПа.

Огнеупорные керамические материалы

Огнеупорная керамика – материалы, способные при эксплуатации выдерживать длительное воздействие высоких температур (свыше 1580°C). В зависимости от этой способности различают:

- огнеупорные (1580...1770°C);
- высокоогнеупорные (температура 1770...2000°C);
- материалы высшей огнеупорности (свыше 2000°C).

Основные требования к огнеупорным материалам:

- огнеупорность;
- высокий предел прочности, устойчивость при резких колебаниях температур (термостойкость);
- газонепроницаемость;
- минимальная усадка при различных температурах.

По химико-минералогическому составу огнеупорную керамику делят на:

- кремнеземистую;
- алюмосиликатную;
- магнезиальную;
- хромистую и др.

Кремнеземистые (динасовые) материалы. Огнеупорность динасы достаточно высокая – 1700...1750°C.

Свойства – динас имеет низкую термостойкость; при быстром нагревании или охлаждении он растрескивается, разрушается и теряет прочность.

Применение – для кладки и футеровки сводов, стен и насадок мартеновских печей, стекловаренных печей и т.п.

Алюмосиликатные огнеупорные материалы в зависимости от содержания SiO_2 и Al_2O_3 в обожженном продукте делят на три вида:

- полукислые, содержащие SiO_2 более 65% и Al_2O_3 менее 30%;
- шамотные, содержащие Al_2O_3 от 30 до 45%;
- высокоглиноземистые, содержащие Al_2O_3 более 45%.

Огнеупорность полукислых изделий 1610...1710°С. Изготавливают их путем обжига глин с большим содержанием кварцевого песка. Полукислые огнеупоры применяют для футеровки коксовых печей, вагонеток и др.

Шамотные огнеупоры имеют огнеупорность 1710..1730°С. Изготавливают их путем обжига смеси шамота (дробленной обожженной глины) и огнеупорной глины. Они отличаются термической стойкостью, шлакоустойчивостью и прочностью. Применяют шамотные изделия для кладки и футеровки доменных печей, стен и пола керамических печей, футеровки топок паровых котлов, дымоходов и др.

Высокоглиноземистые изделия имеют огнеупорность 1820...2000°С. Изготавливают их из материалов с высоким содержанием глинозема (бокситы, корунд и др.). Применяют в стекольной промышленности для кладки печей.

На современном этапе увеличивается производство *легковесных огнеупоров*. Для их изготовления в состав глиняных масс, содержащих огнеупорные или тугоплавкие пористые заполнители (или без заполнителей) вводят выгорающие добавки, газопенообразователи и другие порообразующие вещества. После формования изделия сушат и обжигают при высоких температурах.

Свойства – легковесные огнеупоры имеют плотность 0,4...1,3 г/см³, пористость 45...85%, малую теплопроводность, высокую огнеупорность и достаточную прочность.

Применение – при температурах 1000...1650°С и более для футеровки промышленных печей разного назначения. Их применение сокращает в 2-4 раза продолжительность разогрева печей, уменьшает в 2-3 раза толщину ограждающих стен и на 20-70% удельные расходы топлива на тепловые процессы.

Специальный кирпич. Дорожный клинкерный кирпич – искусственный камень, получаемый путем пластического или полусухого формования и обжига тугоплавких глин до полного спекания, но без остеклования поверхности. Он хорошо сопротивляется истиранию. Размеры кирпича 220x110x65 мм. Клинкер по прочности изготавливают трех марок: 400, 600 и 1000; морозостойкость Р30, Е50, Р100; плотность 1900 кг/м³.

Применение – для покрытия дорог, мостовых, а также как кислотостойкий материал. Для мощения тротуаров выпускается также фигурный кирпич.

Канализационные и дренажные керамические трубы

Керамические канализационные трубы широко применяют для строительства канализационных сетей, а также для отвода промышленных сточных вод, содержащих большое количество щелочей и кислот.

Основным сырьем для их производства служат пластичные огнеупорные и тугоплавкие глины, которые формуют в вертикальных трубных

прессах и обжигают при 1250...1300°С до спекания. Поверхность труб снаружи и внутри покрывают кислотостойкой глазурью, которая увеличивает химическую стойкость труб и создает внутри трубы гладкую поверхность, уменьшает гидравлическое сопротивление при прохождении жидкостей. Водопоглощение труб не должно превышать 8%, труб высшей категории качества – 7,5%.

Выпускают канализационные трубы цилиндрической формы длиной 1000 мм и диаметром 150, 200, 300, 350 и 400 мм, на одном конце которых имеется раструб для соединения отдельных звеньев трубопровода.

Дренажные трубы (ГОСТ 8411-74) применяют для понижения уровня грунтовых вод, а также для осушения (дренажа) заболоченных земель. Изготавливают трубы двух типов: с цилиндрической и восьмигранной наружной поверхностью. Формуют их из кирпичных высокопластичных глин на горизонтальных ленточных или вертикальных прессах. Промышленность выпускает гладкие неглазурованные трубы без раструбов или глазурованные с раструбом и перфорацией на стенках. Внутренний диаметр труб 50...30, длина 333...500, толщина стенок трубы 8...24 мм, морозостойкость 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Кровельные изделия

Кровельная керамика представлена **глиняной черепицей** – одним из старейших видов кровельных изделий. Применяют ее для покрытия кровель малоэтажных зданий. По сравнению с другими видами кровельных изделий глиняная черепица имеет достоинства: огнестойкость, долговечность, сравнительно красивый вид, незначительные расходы по уходу. К недостаткам черепицы относятся большая масса кровли из нее, трудоемкость изготовления и укладки.

Глиняная черепица формируется на ленточных и штамповых прессах и выпускается четырех видов: штампованная, пазовая, ленточная пазовая, ленточная плоская и коньковая (для покрытия коньков и ребер).

Керамическая черепица (ГОСТ 1808-71) – один из древнейших видов кровельного материала, а теперь – модный современный материал, придающий уютный и благородный стиль постройкам.

Преимущества по сравнению с другими кровельными материалами:

- огнестойкость;
- долговечность;
- устойчивость к атмосферным воздействиям;
- высокие эксплуатационные и декоративные качества;
- не требует периодических окрасок.

Недостатки черепицы:

- большая трудоемкость кровельных работ;
- большая масса, требующая прочной конструкции кровли.

Керамическую черепицу изготавливают путем формования глиняной массы на ленточных и штамповых прессах. Ленту, выходящую из мунд-

штука, разрезают на резательных станках по размеру черепицы. Выпускают черепицу в основном четырех типов:

- пазовую штампованную;
- пазовую ленточную;
- плоскую ленточную;
- коньковую.

По назначению черепицу подразделяют на:

- рядовую (для покрытия скатов кровли);
- коньковую (для покрытия коньков и кровель);
- разжелобочную (для покрытия разжелобков).

Применение – керамическую черепицу применяют в малоэтажном строительстве.

Санитарно-технические изделия

К этой группе строительной керамики относятся ванны, умывальники, раковины, унитазаы, биде, смывные бачки, пьедесталы, писсуары настенные и др. Изготавливают их способом литья в гипсовых формах из фаянсовых, полуфарфоровых и реже фарфоровых масс. Черепок изделий санитарно-технической керамики имеет белый, иногда светло-желтый цвет; его покрывают белой, а иногда и цветной глазурью.

Санитарно-технические изделия изготавливают из фарфоровых, полуфарфоровых и фаянсовых масс методом литья в гипсовых формах с последующей сушкой и обжигом. Различают три группы санитарно-технической керамики:

- изделия из твердого фаянса, отличающиеся пористым черепком;
- изделия из санитарного фарфора, обладающие спекшимся черепком;
- изделия из полуфарфора, имеющие полуспекшийся черепок.

Сантехнический фаянс применяют для оборудования кухонь, санузлов и специальных помещений (лабораторий, поликлиник, парикмахерских и др.), фарфор – для изготовления электроизоляционных изделий, химической и хозяйственной посуды.

6.4. Требования к качеству. Упаковка, транспортировка и хранение.

Требования к основным потребительским свойствам керамических строительных материалов и изделий дифференцируются в зависимости от их назначения.

Так, водопоглощение обыкновенного кирпича должно быть не менее 6 или 8% (в зависимости от марки по прочности), для пустотелого – 6% массы кирпича, чем обеспечиваются необходимая пористость, а следовательно, и теплозащитные свойства.

Кирпич «недожег» не обладает достаточной прочностью и морозостойкостью, а кирпич «пережег» – достаточными теплозащитными свойствами и, как правило, деформирован. Такой кирпич считается браком и его поставка потребителю не допускается. Кирпич должен иметь правильную форму с ровными ребрами и поверхностями. Величина дефектов внешнего вида (отбитость или притупленность ребер и углов) не должна превышать отклонений, допустимых ГОСТом.

Все виды кирпича должны иметь установленные для них размеры; отклонения не должны превышать величин, указанных в действующих ГОСТах. Предел прочности при сжатии и морозостойкости каждой марки кирпича не должен быть менее установленного.

Основными потребительскими свойствами плиток для полов являются прочность при износе и эстетические свойства. Износ таких плиток не должен превышать 0,25 г/см². Водопоглощение, характеризующее плотность их черепка, не должно превышать 4%. Морозостойкость плиток должна быть не менее 25 циклов.

Керамические глазурованные плитки (ГОСТ 6141-91) изготавливают 28 типоразмеров (размеры приведены в таблице 9). Отклонения размеров по длине граней не должны превышать 1,5 мм. В каждой партии должны быть плитки только с плюсовыми либо только с минусовыми отклонениями.

Таблица 9 – Размеры керамических глазурованных плиток

Наименование и формы плиток	Размеры, мм	
	А	Б
Квадратные:		
без завала	150 100	- -
С завалом одной стороны	150 100	- -
С завалом двух смежных сторон	150 100	- -
С завалом четырех сторон	150 100	- -
Прямоугольные:		
без завала	150 150	100 75
С завалом одной стороны	150 150	100 75
С завалом двух смежных сторон	150 150	100 75
С завалом трех сторон	150 150	100 75

1	2	3
Поясок без завала	150	25
Уголки:		
для закругления внешних углов	-	150
для закругления внутренних углов	-	150
Прямая карнизная плитка	150	50
Уголок карнизный:		
для закругления внешних углов	-	50
для закругления внутренних углов	-	50
Прямые плитусные плитки	150	80
	150	50
Уголки плитусные:		
для закругления внешних углов	-	80
	-	50
для закругления внутренних углов	-	80
	-	50

Толщина плиток (кроме плитусных) не более 6 мм; плитусные могут быть толщиной до 10 мм. Такой же толщины могут быть плитки из легкоплавких или мергелистых глин. Во всех случаях толщина плиток должна быть равномерной. У одной и той же плитки разница в толщине не должна превышать 0,5 мм.

Размеры квадратных плиток (мм): 21x21, 46x46, 71x71, 96x96, толщина 3 и 3,5 мм. Длина и ширина прямоугольных плиток (мм): 46x21, 71x21, 96x21, 121x21, 71x46, 96x46, 121x46, 96x71, 121x71, 121x96, толщина 3 и 3,5 мм. Отклонения от размеров по длине и ширине плиток: для сторон размером менее 96 мм $\pm 1,0$ мм; для сторон размером 96 и более $\pm 1,5$ мм; по толщине $\pm 0,5$ мм. Отклонение от прямого угла (косоугольность), а также выпуклость и вогнутость плиток со сторонами размером менее 46 мм допускается не более $\pm 0,5$ мм, а остальных не более $\pm 1,0$ мм.

Форма ковров может быть прямоугольной или квадратной со сторонами, кратными 50 мм, за вычетом ширины шва, равной 4 мм. Отклонения от линейных размеров ковра допускаются по длине и ширине +2 и -4 мм; разность диагоналей при длине ковра до 500 мм – 3 мм и 5 мм – для ковров большего размера.

Повышенные требования предъявляются к качеству внешнего вида фасадных плиток. Они должны иметь правильную геометрическую форму, равномерную толщину, а также четкие грани и углы, лицевая поверхность – ровной, без шероховатостей. Плитки не должны содержать выцветов,

крупных включений, наплывов глазури и других дефектов, не допустимых ГОСТом. Боковые грани квадратных и прямоугольных плиток должны составлять с плоскостями прямой угол (предельно допустимое отклонение от прямого угла 0,5 мм). На кромках лицевой поверхности плиток не допускаются выпуклости, выбоины, трещины, а также зазубрины и щербинки. Цвет плиток должен соответствовать эталону. Их изготавливают с одноцветной или многоцветной (мраморовидной) лицевой поверхностью. Плитки для внутренней облицовки должны быть термически стойкими, водопоглощение не должно превышать 16%. Сорт плитки указывается в маркировке на упаковке. Например, по европейским нормам, кроме надписей «1-й сорт» или «2-й сорт», вся маркировка должна быть красного цвета, для 2-го – синего цвета, а для 3-го – зеленого. Плитка высокого качества имеет строго выдержанные размеры, идеально ровную поверхность без пузырей, подтеков или трещин. Отклонения от установленных норм допускаются, но просто микроскопические. Для пола годится только плитка с высоким сопротивлением истиранию. Чаще всего это плитка одинарного обжига, изготовленная способом нанесения глазурованного покрытия по раскаленному корпусу. Такой способ обеспечивает более высокую плотность плитки.

В зависимости от дефектов внешнего вида плитки для обычных полов подразделяются на три сорта: 1, 2 и 3-й. Так, в плитках первого сорта не допускаются отбитые углы, наплывы глазури, трещины на глазури, мушки, пятна и другие дефекты. На плитках 2-го и 3-го сортов некоторые дефекты допускаются, но с ограничениями. Плитки для мозаичных полов на сорта не подразделяются.

У глазурованной плитки глазурованное покрытие должно быть равномерным: одинаковая прокрашенность, отсутствие подтеков или белесых краев, недоливов, затекания, наплывов, пузырьков, волосяных трещин (цек), пятен, выцветов и других дефектов, заметных при дневном свете на расстоянии 1 м, у плиток, применяемых для облицовки внутренних поверхностей стен, и на расстоянии 3 м на открытом воздухе у плиток для облицовки наружных поверхностей стен.

Керамические плитки для внутренней облицовки стен выпускают квадратной формы размером 150x150 мм с завалом по периметру, толщиной 6 мм.

Существует несколько мировых стандартов (норм) для установления технических характеристик керамической плитки, а также методов контроля и критериев приемлемости каждой характеристики: DIN (Германия) UPEC (Франция), BS (Великобритания), ASTM-ANSI (США), UNI EN (Италия), российские стандарты на плитку: ГОСТ 6887-90 (плитка керамическая для полов), ГОСТ 13996-93 (плитка керамическая фасадная и ковры из нее).

Но наибольшее распространение и применение получили Нормы UNI EN на керамическую плитку, разработанные Европейской комиссией Стандартизации (CEN) (Италия). Они действительны во всех странах Европы и принявших их внеевропейских странах. Эти нормы EN не имеют законную силу: допускается реализация керамических изделий, не удовлетворяющих требованиям указанных норм. Но для приобретения товарного знака качества UNI фирма - изготовитель керамической плитки обязана строго соблюдать нормы EN. Организация TJNI (Государственный Комитет Италии по Стандартизации) выдает фирмам (изготовителям разрешение на нанесение товарного знака на тару керамической плитки и проверяет соблюдение норм, как в процессе производства, так и на образцах реализуемой продукции).

Классы износостойчивости и категории скольжения для напольной плитки.

Согласно европейским и международным нормам (EN 154 и ISO) классы обозначаются по названию метода испытания от PEI-I до PEI-V. Первая группа наименее устойчива к истиранию, пятая - самая устойчивая. В зависимости от назначения помещения и плотности движения в этих помещениях рекомендуется применять плитку соответствующих групп износостойкости (класса износостойчивости):

- Группа 1 (PEI I) - для мест с небольшим движением, в которых используется мягкая обувь. Применяют только в ванных комнатах и любых других помещениях, которыми мало пользуются и в которых не ходят в уличной обуви.

- Группа 2 (PEI II) – для комнат с участками движения небольшой плотности, где ходят в домашней обуви. Применяют для квартир, коттеджей, семейных домов, за исключением кухонь, прихожих, лестниц и балконов.

- Группа 3 (PEI III) – для помещений с движением средней интенсивности, в которых ходят в обычной обуви, не имеющих непосредственного доступа с улицы. Применяют для укладки во всех помещениях дома или квартиры, гостиницах, небольших офисах.

- Группа 4 (PEI IV) – для помещений с интенсивностью движения от средней до высокой, подверженных большему истиранию, чем полы группы 3. Применяют в помещениях жилых и общественных зданий (любые помещения жилых домов, залы регистрации гостиниц, рестораны, офисы, магазины, отели).

- Группа 5 (PEI V) ISO 16545 - плитка данной группы пригодна к применению на участках с движением любой интенсивности. Используется в общественных помещениях с высокой проходимостью.

Другой, не менее важной характеристикой напольной керамической плитки является сопротивление скольжению. Она имеет большое значение для плитки, которой покрывают полы в особых (специализированных) помещениях жилых домов, общественных и производственных зданий, а также полов, находящихся под открытым небом.

Срок службы плиточного покрытия характеризуется двумя показателями: поверхностной твердостью по шкале Мооса (определенной путем воздействия на плитку природным минералом, где твердость 1-го класса имеет мягкий материал-тальк, а 10-го-алмаз) и износостойкостью керамических плиток, измеряемых в условных единицах от I до V по шкале PEI (метод проводимого испытания). Для напольных плиток стандарт УНИ ЕН допускает сопротивляемость износу от минимальной (I степень) до максимальной (V степень).

Испытания на истирание проводят очень строго. Для этого плитку помещают в устройство, напоминающее жернова мельницы, посыпают на нее абразивный состав (мелкие металлические шарики и другие твердые зернистые материалы) и подают воду. При вращении «жерновов» создается искусственное истирание. Этот тест представляет собой испытания, имитирующие ускоренный износ.

По европейским нормам (EN 1987 года) керамическая плитка делится на 8 групп. А по новейшим международным нормам ISO - на 11 групп. Делится плитка по двум основным параметрам:

- 1-й - влагопоглощение (способность плитки впитывать влагу за определенный промежуток времени в процентном отношении к ее весу);
- 2-й - способ изготовления (прессование или экструдирование).

Чем меньше номер группы, тем ниже влагопоглощение и выше морозостойкость плитки. Так группы I и II группы считаются морозостойкими, а группа III годится только для внутренней отделки. Например, для морозостойкой плитки в каталогах и на упаковке плитки должны стоять буквы с цифрами: AI или BI, для неморозостойкой- AIII или BIII. Последняя является более прочной из-за меньшей пористости).

Глиняная черепица должна иметь правильную форму и ровные края. Цвет черепицы одной партии должен быть однородным. Морозостойкость — не менее 25 циклов, прочность на излом — не менее 70 кг. Масса 1 м² покрытия в насыщенном водой состоянии не должна превышать для пазовой 50 кг, для плоской - 65 кг. Масса одного погонного метра коньковой черепицы не должна превышать 8 кг. Водопроницаемость черепицы должна быть такова, чтобы капля воды появилась на нижней поверхности изделия не раньше чем через 1 ч от начала испытания.

Санитарно-технические изделия должны иметь ровную, гладкую и чистую поверхность, равномерно покрытую глазурью; должны быть хорошо обожжены и при постукивании издавать чистый, недребезжащий звук. Термостойкость изделий должна быть такова, чтобы при трехкратном постепенном нагревании до t 100°C и охлаждении в воде при t 18-20°C не происходило видимого нарушения глазури.

Ковры упаковывают в прочные ящики или пачками в бумагу; ковры длиной более 1,5 м свертывают в рулон, завертывают в бумагу и обвязывают шпагатом.

Хранят ковры в закрытых сухих помещениях. Высота штабеля ковров, упакованных в пачки, не должна превышать 0,75 м.

Транспортирование и хранение кирпича и черепицы производят, как правило, в неупакованном виде. Погрузка их навалом (набрасыванием) и разгрузка сбрасыванием запрещается.

Хранят эти материалы на открытых площадках или под навесом в штабелях, причем в каждом штабеле должен находиться материал одного типа, марки, размера. Черепица при укладке в штабеля ставится на ребро по длине, и каждый ряд перекладывается прокладочными материалами (досками, дранкой, жгутами соломы и др.). Высота штабеля не должна превышать для кирпича 1,2-1,5 м, а для черепицы 4-5 рядов. Плитка керамическая упаковывается в деревянные решетчатые ящики по 100 шт. Масса нетто ящика не должна превышать 32 кг. В каждый ящик упаковываются плитки одного типа, цвета, размера, сорта. Плитки для полов допускается упаковывать в бумажные ящики (пачки). Масса такой пачки не должна превышать 8 кг. Грузить плитки навалом нельзя. Хранят их в закрытых помещениях, уложенными в штабеля и клетки высотой не более 1,5 м.

РАЗДЕЛ 7. ПРИРОДНЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА

Земная кора состоит из слоев различной плотности. Верхний слой земной коры на материках состоит из осадочных горных пород, глубже на различной глубине залегает гранитный слой, выступающий на поверхность земли в склонах гор и включающий в себя гранит, гнейсы, базальты. Ниже гранитного слоя залегает плотный слой, состоящий из измененных метаморфических пород.

Природные каменные материалы являются древнейшими строительными материалами, которые использовались древними строителями для возведения культовых сооружений (гробницы, храмы, пирамиды Древнего Египта), отличающихся монументальностью и величием. Древние мастера украшали старорусские города Москву, Киев, Владимир и др. белокаменными соборами. В течение многих столетий природный камень был основным материалом для кладки стен (особенно в безлесных районах), позже его стали использовать как долговечный и декоративный облицовочный материал для наружной и внутренней облицовки стен, а также для настилки полов, мощения дорог, в качестве крупного заполнителя в бетонных смесях и т.д.

Появление более дешевых и легких искусственных каменных материалов снизило объемы использования природного камня: камень применяется в качестве отделочного материала. Горные породы используют в промышленности строительных материалов в виде сырья для изготовления керамики (глины, каолины), стекла (кварцевый песок, известняк), теплоизоляционных (базальт, диабаз, диатомит, трепел, опока, доломит, хризотил – асбест), огнеупоров (доломит, кварцит), производства неорганических вяжущих веществ (известняки, глина, мергель, мел, доломит, гипс, ангидрит, опока, трепел, вулканические туфы, трассы) и др. изделий, для производства минеральных вяжущих веществ – цементов, извести и гипса. Песок, щебень и гравий применяют в качестве заполнителей бетонов и растворов.

Природные каменные материалы – строительные материалы, получаемые без обработки или путем механической обработки горных пород, добываемых из земных недр в виде каменных глыб-блоков, реже в виде плит. Горные породы являются исходным сырьем для производства облицовочных материалов, а также архитектурно-строительных, монументальных и некоторых технических изделий. В результате дробления, распиливания шлифования, полирования и другой механической обработки природные каменные материалы полностью сохраняют физико-механические свойства горной породы, из которой они получены. В группу штучного камня (декоративно-облицовочного камня) входят изделия, получаемые из блоков и плит. Их классифицируют в зависимости от геологического про-

исхождения и минералогического состава горных пород, физико-механических показателей, способа изготовления, обработки, декоративных особенностей и назначения. Такие достоинства, как высокая механическая прочность и долговечность, красивая окраска и богатая фактура обусловили его применение в качестве стенового материала для строительства различных сооружений, дворцов.

Горная порода – минеральная масса постоянного состава, представляющая собой скопление минералов в земной коре с более или менее постоянным составом и свойствами.

Различают:

- простые или мономинеральные горные породы, состоящие из одного минерала (кварцевый песок, магнезит, гипс, доломит и др.);
- сложные или полиминеральные горные породы, состоящие из нескольких минералов (гранит, лабрадорит, порфиры, габбро, базальт и др.).

7.1. Виды, классификация и свойства природных каменных материалов и изделий из них

Номенклатура природных каменных материалов, применяемых в современном строительстве, весьма разнообразна.

По назначению природные каменные материалы, применяемые в современном строительстве, делят на 5 групп:

- сырьевые нерудные материалы для производства искусственных строительных материалов (заполнителей для растворов и бетонов, минеральных вяжущих веществ, силикатных, керамических и других материалов);
- материалы для кладки фундаментов и стен зданий и сооружений;
- материалы для наружной и внутренней облицовки, покрытий полов, площадок, лестниц и ограждений зданий;
- материалы для дорожного строительства
- материалы специального назначения (возведение мостов, подземных и гидросооружений, для жаро- и химически стойкой футеровки).

По плотности:

- тяжелые – более 1800;
- легкие – 1200...1800;
- особо легкие – менее 1200 кг/м³.

По пределу прочности:

- прочные – более 10;

- средней прочности – 5...10;
- малопрочные – менее 5 МПа.

По степени морозостойкости для каменных материалов установлены марки от ЗЛО до Р500.

По виду обработки и форме природные каменные материалы классифицируют на:

- грубообработанные и необработанные материалы неправильной формы (бутовый, булыжный камень, щебень, гравий и песок);
- обработанные материалы заданной формы (блоки, плиты, плитки, фасонные профильные изделия).

Природные каменные материалы необработанные и грубообработанные *Бутовый камень* – природный камень неправильной формы размером 150...500 мм, массой 20...40 кг, добываемый чаще всего взрывом из известняков, доломитов, песчаников, реже из гранитов. В зависимости от формы бывает рваный, постелистый (плитняк) и лещадный (рис. 12), получаемый из пород, имеющих слоистое или сланцевое строение.

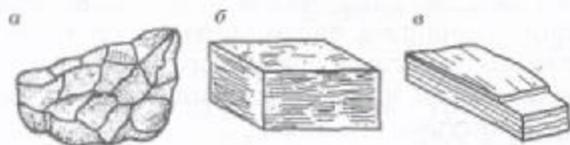


Рис. 12. Бутовый камень

Применение – для кладки фундаментов, подземных стен и стен неотапливаемых зданий, подпорных стен. Отходы бутового камня дробят и используют как щебень для бетонов.

Щебень – угловатые обломки горных пород размером 5...150 мм, образовавшиеся при разрушении пород (природный щебень) или искусственно дробленные (дробленый щебень).

Применение – в качестве крупного заполнителя для бетонов, при строительстве автомобильных и железных дорог.

В архитектурно-строительной практике широко применяются природные каменные материалы специальной обработки, имеющие определенную форму и размеры.

Природные каменные материалы обработанные заданной формы

Стеновые камни и блоки имеют правильную геометрическую форму прямоугольного параллелепипеда. Сырьем для их изготовления служат известняки, вулканический туф и другие горные породы, которые должны иметь плотность 1000...2200 кг/м³, предел прочности при сжатии до 50 МПа, морозостойкость не ниже Р25. Лицевая поверхность стеновых камней и блоков должна быть обработана и отвечать декоративным требованиям. Размеры камней для ручной кладки 390x190x188 и 490x240x188; для механизированной – 300x800x900 мм и более.

Облицовочные каменные материалы - облицовочные плиты и камни, плитки, фасонные и профильные элементы облицовки для стен (наружных и внутренних), колонн, цоколей, элементы лестниц и площадок, парапетов и ограждений, для покрытия полов, для плинтусов, карнизов, подоконников и т.д. Их изготавливают из блоков природного камня путем их распиливания или раскалывания и обработки лицевой стороны для получения определенной фактуры (рис. 13).

Для наружной облицовки зданий используют атмосферостойкие породы - гранит, сиенит, диорит, габбро, плотные известняки, песчаники, туфы, для внутренней облицовки общественных зданий, станций метрополитена - горные породы красивой окраски и легко обрабатываемые - мраморы, ангидриты, мраморовидные известняки и гипс.

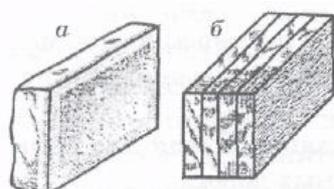


Рис. 13. Облицовочные камни и плиты

Облицовочные камни и плиты бывают тесаные и пиленые (рис. 14), толщина тесаных плит для внутренней облицовки – 100, для наружной – 200 мм. Пилёные плиты меньшей толщины – 25 и 50 мм соответственно. Ширина наружных плит 400...600, внутренних – 300 мм.

Плиты, применяемые для облицовки стен и настилки полов, имеют прямоугольную форму и соответствующие размеры в зависимости от породы и фактуры лицевой поверхности камня (бугристая, бороздчатая, точечная, пиленая, шлифованная, полированная, зеркальная). Плиточные полы из гранита, песчаника и других прочных пород применяют в строительстве общественных зданий и сооружений с интенсивной абразивной истираемостью (станции метрополитена, универмаги, вокзалы, вестибюли и др.), где наряду с высокими декоративными качествами должны обеспечиваться долговечность и износостойкость полов. Плиты из гипсового камня для настилки полов помещений не допускаются.

Ступени лестниц изготавливают из различных пород: песчаников, известняков, гранитов, диоритов. Цокольные плиты и камни для обрамления порталов, пояски карнизов, угловые и подоконные плиты, плинтусы относятся к фасонным профильным элементам облицовки, которые изготавливают из тех же горных пород, что и облицовочные плиты, и придают самую разнообразную фактуру лицевой поверхности.

Брусчатка имеет форму бруска высотой 10...16, шириной 12...15 и длиной 15...25 см, слегка суживающегося книзу. Лицевая поверхность имеет форму прямоугольника. Брусок, имеющий форму, близкую к кубу, а лицевую поверхность – квадрат, называют *шашкой*. Брусчатку и шашку изготавливают из однородных мелко- и среднезернистых пород – базальта, диабазы и др. Применяют их при устройстве мостовых, трамвайного полотна, посадочных площадок трамвая.

Бортовые или **бордюрные камни** отделяют проезжую часть автомобильных дорог от тротуаров. Изготавливают их из гранитов, диоритов,

базальтов. Выпускают камни трех видов: прямой, лекальный и для оформления съездов (рис. 3.8). По размерам бортовой камень бывает высоким до 40 и низким до 30 см при ширине верхней части 10, 15 и 20 см. Верхнюю часть камня, выступающую над дорожным покрытием, обтесывают чисто, а нижнюю — грубо. Длина камней 70...200 см. В настоящее время бортовые камни из каменных пород стали заменять бетонными бортовыми камнями как более дешевыми.

Природные каменные материалы специального назначения применяют для подземных и гидротехнических сооружений, для работы в условиях высоких температур и агрессивных средах. Такие материалы изготавливают из гранита, диорита, габбро, базальта, диабазы, кварцита и т.д., обладающих высокой прочностью, морозостойкостью, жаро- и химической стойкостью. Предел прочности на сжатие не менее 100 МПа, морозостойкость не менее R100.

Применение – природный камень является прекрасным и долговечным материалом для монументального искусства: памятников, монументов, городской и парковой скульптуры. Основные горные породы гранит и мрамор используют для скульптуры. Природный камень является прекрасным и долговечным материалом для монументального искусства: памятников, монументов, городской и парковой скульптуры.

Архитектурно-строительные изделия (плиты цокольные пиленые и колотые, накрывочные пиленые и колотые, подоконные пиленые, ступени цельные пиленые и колотые, проступи пиленые, парапеты прямоугольные и криволинейные, колонны, балясины, порталы, детали карниза, пояса и др.) служат для наружной и внутренней облицовки, устройства лестниц, парапетов, площадок, ограждений. Из каменных пород (изверженных или осадочных) изготавливают материалы для дорожного строительства с высокой прочностью, морозостойкостью, низким водопоглощением, высоким сопротивлением истиранию и выветриванию.

Потребительские свойства

Основными потребительскими свойствами природных каменных материалов, определяющих их практическую ценность, являются:

- художественно-эстетические достоинства (декоративность) – текстура, цвет, блеск, излом;
- долговечность;
- блочность;
- физико-механические свойства.

Декоративность. Основными показателями декоративности камня являются:

- фактура лицевой поверхности;
- окраска;
- рисунок;
- структура.

Окраска камня обусловлена цветом слагающих его минералов, рисунок - сочетанием структуры и текстуры горной породы и цветовой тональностью минеральных компонентов. Особенности структуры камня по-разному влияют на его декоративность: крупнозернистые и порфировидные разности повышают выразительность рисунка и цвета цветных гранитов, но ухудшают внешний вид мраморов, габбро, кварцитов.

По цветовым особенностям выделяются горные породы:

- хроматические (окрашенные, с широким диапазоном цветов и оттенков и их многообразными сочетаниями) - граниты, цветные мраморы, кварциты красного, коричневого, зеленого, синего и близких к ним цветов различной степени насыщенности;

- ахроматические габброиды, амфиболиты, сланцы, серые граниты; среди белых пород — мраморы, кварциты, гипсы.

Существуют 2 основных типа фактур:

- абразивная (получается путем истирания камня зернами абразивов - алмазом, корундом и др.);

- ударная (получается скалыванием различной крупности частиц камня при помощи специальных инструментов).

В последние годы внедрены новые способы обработки камня ультразвуком и терморезками (огневой способ).

Наиболее декоративна полированная фактура (подчеркивает рисунок камня), фактура «скала» (придаёт камню рельефность и живописность, выявляет игру светотени на обработанной поверхности). Пиленая, шлифованная, рифленая и термообработанная фактуры снижают насыщенность цвета, но повышают светлоту камня.

Высокой степени фактурной обработки поддаются все твердые породы (граниты, габбро, кварциты) и частично породы средней твердости (мрамор, некоторые мраморовидные известняки и доломиты). Кроме того, известняки, доломиты, мраморовидные известняки позволяют получать бугристую, лощёную фактуру и фактуру «скала». Мягкие породы поддаются только пилению и шлифовке.

Общепринятые стандарты и ТУ по определению декоративности облицовочного камня отсутствуют. Степень декоративности определяется суммированием результатов оценки по балльной системе отдельных показателей – окраски, текстуры, фактуры и др.

Выделяются 4 класса декоративности: высокодекоративные (более 32 баллов), декоративные (23-32 баллов), малодекоративные (15-23 баллов), недекоративные (менее 15). От декоративности камня зависит и долговечность камня: хорошо обработанная, полированная поверхность препятствует задержке на ней агрессивных агентов окружающей среды.

Текстура горной породы - относительное расположение и распределение в ней порообразующих минералов. Текстуры камня бывают массивные, линейно-параллельные, полосчатые, слоистые, пористые.

Блеск – способность минералов отражать солнечный свет от своей поверхности. В зависимости от показателя преломления и коэффициента поглощения различают следующие виды блеска:

- стеклянный (кварц, полевые шпаты, роговая обманка, кальцит, доломит);
- перламутровый (слюды);
- шелковистый (асбест, гипс-селенит);
- матовый (каолинит) и др.

Цвет зависит от химического состава, примесей отдельных химических элементов и дисперсных частиц. К светлым относятся кварц, гипс, кальцит, мусковит, каолинит, ангидрит, доломит и др. К темным цветам – роговая обманка, авгит, хлорит и др.

Излом виден при раскалывании. Различают:

- ровный (по спайности) – слюды, кальцит, полевые шпаты;
- раковистый (похож на внутреннюю поверхность раковин) – кварц;
- занозистый или игольчатый (на поверхности заметны мелкие занозы) – асбест, роговая обманка);
- землистый (поверхность излома матовая и как бы покрыта мелкой пылью) – каолинит.

Физико-механические свойства определяют технологию добычи и обработки камня, практическое использование.

Обрабатываемость – способность горных пород принимать заданную форму и фактуру лицевой поверхности при воздействии различными инструментами.

Абразивность характеризуется изнашиваемостью камнеобрабатывающего инструмента в процессе трения и зависит от содержания в породе природных абразивных минералов (кварц, полевые шпаты, кремень, корунд и др.). Крупнозернистые горные породы с остроугольными зернами обладают более высокой абразивностью, чем мелкозернистые с окатанной формой зерен.

Прочностные показатели, водопоглощение и морозостойкость лимитированы ГОСТ 9479-84.

Истираемость горных пород, применяемых для покрытия полов, лестничных маршей, площадок и т.д. должна быть не более $2,2 \text{ г/см}^2$ при небольшом движении (менее 500 чел./ч) и не более $0,5 \text{ г/см}^2$ при интенсивном движении (метро, вокзалы, спортивные комплексы и др.). Водопоглощение для изверженных пород составляет 0,2 ... 0,7%, для других – не более 30%. При *водопоглощении* менее 0,8% горная порода имеет практически «абсолютную» морозостойкость. По **пористости** различают низкопористые (менее 5%), среднепористые (5-10%), высокопористые (до 20-30%) горные породы.

Твёрдость – способность сопротивляться проникновению посторонних веществ или минералов. По *твёрдости*, от которой зависят тонкость обработки архитектурных профильных элементов, возможность резьбы по дереву и др., горные породы делятся на 3 категории: твердые, средней твердости и мягкости. Относительная твёрдость определяется по шкале Мооса, согласно которой твёрдость возрастает от 1 до 10 (табл.10).

Таблица 10 – Шкала твёрдости (по Моосу)

Твёрдость минерала	Минерал	Заменитель	Твёрдость заменителя
1	Тальк	Мягкий карандаш	1,0
2	Гипс	Ноготь	2,0
3	Кальцит	Латунная монета	2,5-3,0
4	Плавиновый шпат	-	-
5	Апатит	Стекло	5,0
6	Полевой шпат	Перочинный нож	Около 5,5
7	Кварц	Инструментальная сталь	7,5-8,0
8	Топаз	-	-
9	Корунд	Сверхтвёрдая сталь победит	9,0-9,5
10	Алмаз	-	-

Стойкость строительного камня – способность к длительной эксплуатации при заданном режиме и воздействии окружающей среды и нагрузок при необходимом техническом обслуживании сооружения из данного материала. Стойкость природных каменных материалов зависит от состава, структуры, текстуры, состояния (степени выветривания) и свойств исходных пород в соответствующих климатических зонах.

Надежность способность материала сохранять качество при определенных условиях эксплуатации.

Блочность – совокупность таких свойств пород, как форма природных блоков, размеры и процент выхода из горной массы. Форма природных блоков зависит от взаимного расположения тектонических трещин, секущих камень месторождения. Благоприятная блочность горных пород, слагающих месторождения, – одно из важнейших условий, определяющих возможность их разработки для получения облицовочного камня.

7.2. Породообразующие минералы

Минералы – природные химические соединения, однородные по своему химическому составу, строению и свойствам, образовавшиеся в результате физико-химических процессов, происходящих в земной коре или на её поверхности. В составе земной коры более 2000 минералов, 50 из которых участвуют в образовании горных пород (породообразующие минералы) и являются кристаллическими телами с анизотропными свойствами, т.е. их физические свойства неодинаковы по разным кристаллографическим направлениям.

Группы породообразующих минералов

Группа кварца. *Кварц* (SiO_2) – кристаллический кремнезем, один из наиболее распространенных минералов в земной коре; входит в состав многих горных пород. Свойства:

- наиболее плотный, прочный (плотность кварца $2,65 \text{ г/см}^3$, твердость 7 по шкале твердости, предел прочности при сжатии около 2000 МПа, хорошо сопротивляется истиранию);
- химически стойкий минерал (не реагирует с кислотами и щелочами);
- встречается как бесцветный, так и с различными цветовыми оттенками: белый, розовый, зеленый;
- по своей структуре кварц не обладает спайностью; имеет раковистый излом разнообразной формы и жирный блеск;
- при температуре 1710°C кварц плавится и после быстрого остывания образуется кварцевое стекло.

В природе встречается минерал *опал* аморфной структуры – это гидрат. Второе место после кремнезема в земной коре занимает глинозем Al_2O_3 в виде химических соединений с кремнеземом и другими оксидами (алюмосиликатами). Наиболее распространены в земной коре алюмосиликаты — полевые шпаты, слюды и каолиниты.

Полевые шпаты – кристаллические минералы, в состав которых входят оксиды кремния и алюминия, и, кроме того, в зависимости от вида полевого шпата в этот минерал входят, калий, натрий или кальций. Минерал участвует в образовании многих горных пород, характеризуется хорошо выраженной спайностью по двум направлениям. При ударе полевой шпат раскалывается на куски, имеющие прямой или косой угол. Плотность полевых шпатов $2,55...2,76 \text{ г/см}^3$, твердость 6 по шкале твердости, предел прочности при сжатии 120...170 МПа, при температуре $1170...1550^\circ\text{C}$ шпат плавится. Эти минералы обладают низкой атмосферостойкостью, подвергаются разрушению с образованием минерала каолинита. В чистом виде применяются в качестве плавней при производстве керамических материалов.

Слюда – распространенный минерал, входящий в состав изверженных пород; водный алюмосиликат сложного и разнообразного состава, способный расщепляться на тонкие упругие пластинки, что свидетельствует о совершенной спайности. Последний фактор снижает прочность и стойкость слюды, затрудняет её полировку. Плотность слюды 2,8...3,2 г/см³, твердость 2...3 по шкале твердости. Одними из самых распространенных разновидностей слюды являются мусковит и биотит.

Мусковит – прозрачная бесцветная слюда, хорошо сопротивляется выветриванию, обладает кислотостойкостью и электроизоляционными свойствами; *биотит* – непрозрачная слюда черного или бурого цвета, разлагающаяся в концентрированной серной кислоте, в то время как мусковит.

Каолинит входит в состав осадочных горных пород (глин, известняков, песчаников и др.). Отдельные пластинки и чешуйки его бесцветны, а сплошные массы могут иметь белый, желтоватый, бурый или зеленоватый цвет. Плотность 2,5...2,6 г/см³, твердость 1. Является ценным сырьем для производства фарфора и фаянса, а также огнеупорных материалов и изделий.

Группа железисто-магнезиальных силикатов представлена минералами темной окраски (темноокрашенные минералы), обладающими высокой прочностью, значительной вязкостью (повышенной сопротивляемостью удару), плотностью 3,0...3,6 г/см³, твердостью 5,5...5,7 и входящими преимущественно в состав изверженных горных пород.

Наиболее распространенные породообразующие минералы железисто-магнезиальной группы – *пироксены* (авгиты), *роговая обманка* и *оливин*.

Группа карбонатов и сульфатов включает минералы, наиболее часто встречающиеся в осадочных породах. Важнейшие из них – кальцит, магнезит, доломит, гипс и ангидрит. *Кальцит* или кристаллический известковый шпат CaCO_3 – один из самых распространенных минералов земной коры, бесцветных или окрашенных примесями в различные цвета: розовый, желтый, темно-серый и черный.

Свойства:

- легко раскалывается по плоскостям спайности по трем направлениям;
- хорошо распознается по вскипанию при действии на него раствора соляной кислоты;
- встречается как в форме кристаллов и зерен, так и в виде монолитной массы;
- плотность 2,6...2,8 г/см³, твердость 3;
- кристаллы кальцита обладают декоративностью;
- кальцит хорошо цементирует зерна песка, присутствие его в осадочных горных породах делает их ценным сырьем для производства минеральных вяжущих веществ.

Магнезит ($MgCO_3$), как и кальцит, относится к карбонатным минералам. Он тверже и тяжелее кальцита. Плотность 2,9...3,1 г/см³, твердость 3,5...4,5. В кислотах растворяется лишь при нагревании. В природе встречается реже, чем кальцит. Цвет его может быть от снежно-белого до белого с розовым или желтоватым оттенком. Применение магнезита основано на высокой огнеупорности и вяжущих свойствах оксида магния.

Доломит ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) – минерал, встречающийся в природе в виде двойной соли. Цвет доломита серовато-белый, иногда с желтоватым, зеленоватым или буровато-красным оттенком. Плотность 2,9 г/см³, твердость 3,5...4. Более твердый, прочный, менее растворимый в воде по сравнению с кальцитом. Доломит слагает породу того же названия. Применяется в качестве сырья для производства магнезиальных вяжущих веществ.

Гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) – типичный минерал осадочных пород, имеющий пластинчатое, волокнистое или зернистое строение. Гипс имеет белый цвет, иногда бывает прозрачен или окрашен примесями в различные цвета: серый, красный и др. Плотность 2,3 г/см³, твердость 1,5...2, обладает легкой растворимостью в воде. Применяют в производстве гипсовых вяжущих.

В основу классификации горных пород положено их происхождение (генетическая классификация), условия образования. В соответствии с этим горные породы подразделяют на три большие группы (по Ю. М. Левинсон-Лессингу):

- магматические (изверженные);
- осадочные;
- метаморфические или видоизмененные.

7.3. Изверженные горные породы

Изверженные (магматические) горные породы образуются из расплавленной, огненно-жидкой магмы, излившейся из глубины земли в результате извержения вулкана и затвердевшей. Различные условия охлаждения магмы привели к образованию изверженных пород с особым строением и свойствами.

Магматические, или изверженные (первичные), горные породы образовались из расплава магмы. В зависимости от условия охлаждения магмы различают:

- глубинные породы
- излившиеся породы.

Глубинные породы образуются на глубине земной коры при медленном остывании магмы и под большим давлением верхних слоев, в результате чего породы имеют зернисто-кристаллическое строение. К глубинным породам относятся граниты, сиениты, габбро, лабрадориты, отличающиеся высокой прочностью на сжатие, морозостойкостью, большой

теплопроводностью, низким водопоглощением, износостойкостью, хорошей полируемостью и декоративностью.

Гранит – горная порода, образованная в результате остывания магмы на большой глубине, в условиях высокой температуры и имеющая зернокристаллическую структуру. По внешнему виду его легко можно отличить от других: он состоит из достаточно крупных кристаллов, зёрен кварца, полевого шпата и слюды, окрашенных в красочный спектр цветов – серые, белые, желтоватые, красные, зеленоватые. Эта самая распространённая горная порода залегает в земной коре в виде обширных монолитных масс круглой и вытянутой формы размерами до сотен километров или в виде отдельных глыб разных размеров.

В минералогический состав гранита входят полевой шпат (ортоклаз) – 50...70%, кварц – 20...40 и слюда – 5...15%. Цвет гранита обычно серый, голубовато-серый, темно-красный, черный из-за высокого содержания ортоклаза.

Свойства:

- высокая прочность при сжатии – 100...300 МПа;
- плотность в среднем 2600 кг/м³;
- пористость невысокая 0,5...1,5%;
- огнестойкость ограничена, так как при высоких температурах входящие в него кварц и слюда увеличиваются в объеме, вызывая растрескивание камня;
- низкое водопоглощение - 0,9%;
- морозостойкость - F200;
- хорошо обрабатываются, шлифуются и полируются;
- стойкость против выветривания.

Гранит – один из самых долговечных строительных материалов, требующих минимальный уход для поддержания блеска, свежести и чистоты.

Применение – благодаря вышеуказанным строительным свойствам гранит применяют для облицовки зданий, при строительстве гидротехнических сооружений и сооружений памятников; из него изготавливают облицовочные плиты, лестничные ступени, полы, бортовые камни и другие изделия, а также щебень для высокопрочного бетона. С одинаковым успехом используется в создании малых архитектурных форм, устройстве колоннад, навесов и напольных покрытий.

Сиенит – горная порода, которая в отличие от гранита не содержит в минералогическом составе кварца. В минералогический состав сиенита входят: полевой шпат (ортоклаз), некоторые плагиоклазы, биотит и темно-окрашенные минералы (роговая обманка).

Свойства:

- по внешнему виду схож с гранитом;

- в отличие от гранита у сиенита менее отчетливо выражена зернистость структуры и окраска его более темная. Цвет сиенита – белый, светло-серый, розовый и красный;
- по прочности сиенит близок к граниту (предел прочности при сжатии 120...150 МПа);
- в отличие от гранита менее стоек против выветривания;
- плотность 2600...2800 кг/м³;
- сиениты мягче гранитов, лучше поддаются полировке, обладают большей вязкостью.

Применение – для облицовки зданий, а также в качестве щебня для бетонов.

Диорит – зернистая массивная порода, 70% которой составляют полевые шпаты (плагиоклазы), 30% - роговая обманка, биотит, иногда кварц.

Свойства:

- цвет серо- или темно-зеленоватых тонов (в зависимости от минералогического состава);
- плотность 2700...2900 кг/м³;
- предел прочности при сжатии 150...300 МПа;
- высокая вязкость;
- хорошая полируемость;
- стойкость к выветриванию;
- хорошая сопротивляемость удару и истиранию.

Применение – для дорожных покрытий и облицовки.

Габбро – равномерно-зернистая горная порода, состоящая из полевого шпата (до 50%) и темноокрашенных минералов (авгита и оливина).

Свойства:

- цвет в основном темно-серый, черный или темно-зеленый с различными оттенками;
- плотность 2900...3300 кг/м³;
- высокая вязкость;
- трудность обработки;
- хорошая полируемость.

Применение – для покрытия дорог, облицовки фасадов и приготовления щебня.

Излившиеся магматические породы образуются при быстром остывании магмы в приповерхностных слоях и на поверхности земной коры и состоят из отдельных кристаллов, вкрапленных в скрытокристаллическую или аморфную массу. К ним относятся порфиры, диабазы, базальты, андезиты. В результате быстрого остывания насыщенной газами магмы, выбрасываемой в процессе вулканической деятельности, образуются породы, имеющие пористое аморфное (стекловидное) строение - рыхлые (вул-

канические пеплы, пески) и цементированные (вулканические туфы, трассы).

Порфиры – горные породы, образующиеся при быстром затвердевании магмы на небольшой глубине или на поверхности Земли. Различают:

- кварцевый порфир (аналог гранита);
- бескварцевый порфир (аналог сиенита);
- порфирит (аналог диорита).

Свойства:

- строительные свойства порфиров близки к свойствам глубинных пород;
- из-за неоднородности структуры менее стойки к выветриванию, чем гранитные породы;
- цвет порфиров от красно-бурого до серого с разнообразными оттенками;
- обладает декоративными качествами;
- плотность 2400...2800 кг/м³;
- предел прочности при сжатии 130...180 МПа.

Применение - в дорожном строительстве, для изготовления облицовочных плит.

Диабаз – горная порода с зернами различной крупности темно-серого или зеленовато-черного цвета, состоящая из полевого шпата (плагиоклаза), авгита, примесей кварца и роговой обманки.

Свойства:

- плотность 2800...3000 кг/м³;
- предел прочности при сжатии 200...300 МПа;
- вязкий;
- морозостойкий;
- относительно легко поддается колке и полировке;
- обладает сравнительно малой истираемостью.

Применение – для дорожных покрытий (брусчатка), бордюрных плит и штучных камней, а также как щебень для бетонов.

Базальт – самая распространенная излившаяся (вулканическая лавовая) горная порода. По химическому составу является, как и диабаз, аналогом габбро. Состоит он из полевого шпата (плагиоклаза) и железисто-магнезиальных минералов (авгита).

Свойства:

- скрытокристаллическая или стекловатая структур;
- цвет от темно-серого до черного;
- плотность 3300 кг/м³;
- предел прочности при сжатии 100...500 МПа;
- твердость по Моосу 7...8;

- атмосферостойки;
- трудно поддаются обработке;
- хорошо полируются.

Применение – в дорожных покрытиях, в качестве щебня для тяжелых бетонов, для производства каменного литья. Плавленый базальт благодаря очень высокой прочности (до 800 МПа) применяют для изготовления кислотоупорной химической аппаратуры, труб, облицовочных материалов. В современном строительстве благодаря специальной технологии получают базальтовое волокно для производства теплоизоляционного материала – каменной ваты и изделий из нее.

Обломочные магматические породы подразделяют на:

- рыхлые (вулканический пепел, пемза);
- цементированные (вулканический туф).

Вулканический пепел – порошкообразные частицы вулканической лавы, от серого до черного цвета, состоящие в основном из аморфного кремнезема и образующиеся благодаря вулканической деятельности. Частицы крупностью до 5 мм называют **вулканическим песком**.

Применение - вулканический пепел и песок применяют для получения легких растворов и бетонов, а также в качестве активной добавки к цементам.

Пемза – пористая порода (до 80% объема занимают поры) светло-серого цвета, похожая на застывшую пену и состоящая в основном из аморфного кремнезема SiO_2 (до 70%) и глинозема Al_2O_3 (15%).

Свойства:

- плотность 300...600 кг/м³;
- предел прочности при сжатии 2...4 МПа;
- твердость по Моосу 6;
- водопоглощение пемзы значительно ниже ее пористости из-за наличия крупных и замкнутых пор;
- высокая морозостойкость;
- негигроскопична;
- низкая теплопроводность – 0,14...0,23 Вт/(м·К).

Применение – для приготовления легких бетонов, в качестве теплоизоляционного материала, а также как абразивный материал (для зачистки шпаклеванных поверхностей под масляную окраску) и гидравлическая добавка к извести и цементам.

Вулканические туфы – цементированные обломочные породы, состоящие из вулканического пепла. В результате быстрого охлаждения туфы имеют стекловидное строение. Имеют разнообразную окраску: розовую, оранжевую, красную, коричневую и др.

Свойства:

- плотность туфа в куске 1250...1350 кг/м³;

- пористость 40...70%;
- предел прочности при сжатии 8...20 МПа;
- теплопроводность 0,21...0,33 Вт/(м·К);
- низкая плотность и теплопроводность;
- высокая пористость;
- достаточные прочность и долговечность;
- хорошая обрабатываемость;
- высокие декоративные качества.

Применение – для облицовки стен зданий; фракционированные отходы добычи и обработки туфов - в качестве пористого заполнителя легких бетонов; тонкоизмельченные туфы, как и вулканический пепел, используют в качестве гидравлических добавок к минеральным вяжущим.

7.4. Осадочные горные породы

Осадочные (пластовые) породы являются продуктом выветривания изверженных горных пород при воздействии воды, ветра, движения ледников, температурных изменений. По способу образования и составу осадочные горные породы делят на:

- обломочные (механические отложения) – грубые продукты механического разрушения изверженных пород;
- рыхлые (щебень, гравий, пески, глина), образовавшиеся в результате физической коррозии;
- цементированные (песчаник, конгломерат, брекчия), образовавшиеся при цементации природными цементами рыхлых отложений;
- химические осадки (природный гипс, доломит, магнезит, известняковые туфы), образовавшиеся из продуктов разрушения пород, перенесенных водой в растворенном виде;
- органогенные породы (известняки, мел), образовавшиеся из остатков растений (фитогенные – трепел, опока, диатомит), животных организмов (зоогенные – мел, известняк-ракушечник, скелеты, раковины, панцири ракообразных и др.).

Рыхлые обломочные осадочные горные породы

Природный песок – образовавшаяся в результате выветривания горных пород рыхлая смесь зерен (крупностью 0,16... 5 мм), входящих в состав изверженных (реже осадочных) горных пород. Наиболее часто встречаются кварцевые пески с примесью полевого шпата, листочков слюды и зерен других минералов, реже – полевошпатные, известняковые и др. пески.

В зависимости от условий образования пески бывают:

- горные (овражные);
- речные;
- морские;
- дюнные и др.

по составу песок бывает:

- кварцевым;
- полевошпатовым;
- известняковым и др.

Свойства:

- истинная плотность песка 2650 кг/м^3 ;
- насыпная плотность $1450...1700 \text{ кг/м}^3$;
- зерна речного и морского песка истираются при переносе водой и имеют округлую форму;

• речные и морские пески обычно более чистые, т.е. содержат меньше глинистых и органических примесей, чем овражные. В морском песке часто присутствуют примеси известняковых зерен и обломков раковин, которые легко разрушаются и могут понизить прочность раствора зерна горных (овражных) песков.

Применение – в качестве мелкого заполнителя в растворах и бетонах, для производства силикатных материалов и изделий, керамики, стекла и других строительных материалов и изделий. Для обычных строительных растворов применяют природные пески — кварцевые, полевошпатные и др. Кварцевые пески применяют для растворов и бетонов любых марок.

Требования к качеству. Природный песок для строительных работ должен отвечать требованиям стандарта (ГОСТ 8736-93) по зерновому (гранулометрическому) составу, наличию примесей и загрязнений. Песок с крупностью частиц не более 5 мм и модулем крупности не ниже 2 применяют для бетонов, а также растворов, используемых для замоноличивания сборных железобетонных конструкций и заполнения швов при монтаже панелей.

Для строительных растворов применяют более мелкие пески с модулем крупности более 1,2. Размер зерен песка для растворов, служащих для кладки кирпича, камней правильной формы и блоков, а также штукатурных растворов, идущих на грунт, не должен превышать 2,5 мм; а для отделочного слоя штукатурки – 1,2 мм.

Содержание мелких зерен в песке, проходящих через сито с размером ячеек 0,16 мм, не должно превышать для песка, используемого в строительных растворах, 20%, а в бетонах – 10%. Применение мелких песков, обладающих большой удельной поверхностью, чревато перерасходом вяжущего вещества в растворе и бетоне, поэтому при использовании мелкого песка в состав раствора и бетона вводят поверхностно-активные вещества пластифицирующего или воздухововлекающего действия. Содержание в песке пылевидных и глинистых примесей не должно превышать 3% по массе, причем содержание собственно глины не должно превышать 0,5%. Во всех случаях содержание в песке глинистых, илистых и пылевидных частиц ограничивают, так как последние обволакивают зер-

на песка, препятствуя их сращиванию с вяжущим веществом, и снижают прочность и морозостойкость раствора и бетона.

Дробленые тяжелые пески – пески, получаемые дроблением с последующим рассевом плотных горных пород (мрамора, базальта, диабаз), а также некоторых попутных продуктов промышленности (плотных металлургических шлаков).

Применение – для специальных целей (в декоративных растворах, кислотостойких растворах и бетонах).

Легкие пески – пески, получаемые дроблением пористых горных пород (пемза, туф) или механической обработкой древесины и сельскохозяйственных отходов. По виду и составу исходного сырья различают:

- неорганические пористые пески (получают дроблением с последующим рассевом пористых горных пород и имеют насыпную плотность не более $1\,400\text{ кг/м}^3$;
- органические пористые пески.

Неорганические пористые пески в зависимости от вида горной породы делят на пески:

- вулканического происхождения (пески из пемзы, вулканического шлака, туфа);
- осадочного происхождения (получают дроблением пористых карбонатных (ракушечники, известковые туфы) и кремнеземистых (диатомиты, трепелы, опоки) пород).

Наибольшее распространение при приготовлении легких строительных растворов получили **неорганические искусственно изготавливаемые** керамзитовый, аглопоритовый, перлитовый пески, а также пески на основе пористых шлаков.

Керамзитовый песок – песок, получаемый дроблением некондиционных зерен керамзита до крупности 0,16 ...5 мм или путем обжига сырья во взвешенном состоянии. Керамзит – продукт обжига гранул мелкопористой структуры из легкоплавких глин, которые в процессе быстрого обжига как бы раздуваются, увеличиваясь в объеме в 3-5 раз, а их поверхность оплавляется. Он имеет насыпную плотность $500\text{...}1000\text{ кг/м}^3$ (марки 500...1000), морозостойкость – не менее P15.

Аглопоритовый песок – песок пористой структуры, получаемый дроблением спекшихся кусков, образующихся при обжиге на спекательных решетках глиносодержащего сырья, топливных зол или шлаков с добавкой 8... 10% каменного угля в качестве топлива. При сгорании угля спекается шихта, а образующиеся газы вспучивают массу, создавая пористый материал. Марка аглопоритового песка по насыпной плотности 600...1100.

Пористые пески из шлаковых расплавов – пески, получаемые дроблением кускообразных пористых материалов. Последние получают вспучиванием расплавленных металлургических шлаков путем их быстрого охлаждения водой или паром. Марки песков 700...1200. В строительстве

применение этих песков экономически эффективно, так как сырьем служат промышленные отходы.

Вспученные перлитовые и вермикулитовые пески – пески, получаемые высокотемпературной обработкой сырья, содержащего небольшое количество химически связанной воды. Сырьём для изготовления вспученного перлита служат вулканические стеклообразные породы (перлит, обсидиан), а для вспученного вермикулита – гидрослюда. В процессе обжига кусочки горных пород размягчаются, а водяные пары вспучивают их, в 10...25 раз увеличивая первоначальный объем. Пески очень легкие: их марки по насыпной плотности 75...400. Цвет песка из перлита белый или светло-серый, из вермикулита – розово-золотистый.

К **органическим пористым заполнителям** для растворов и бетонов относятся:

- опилки;
- дробленый уголь;
- соломенная сечка;
- торф;
- мох и др.

Древесные опилки – один из наиболее распространенных видов органического пористого мелкого заполнителя для теплоизоляционных штукатурок, эксплуатируемых в сухих условиях, а также при приготовлении растворов для ксилолитовых полов. Для затворения раствора используют сухие, без следов масла, опилки (насыпная плотность 300 кг/м³). При использовании в качестве вяжущего портландцемента - опилки предварительно минерализуют (обрабатывают в соленом растворе, например, в растворе CaCl₂), если в качестве вяжущего используется гипсовое или магнезиальное вяжущее - опилки не обрабатывают.

В качестве заполнителей для декоративных растворов и мозаичных смесей также часто применяют **природные пески, крошки**, изготовленные дроблением кусков природного камня (отходы камнеобрабатывающих карьеров и заводов или природные камни, получаемые из горных пород путем механической обработки). Для декоративных растворов и бетонов используют светлые кварцевые пески с коэффициентом светоотражения 0,8 ...0,9 или мелкие фракции (до 5 мм) дробленого белого камня, например, белого и розового мрамора, цветных мраморовидных известняков, крупнокристаллических гранитов, сиенитов, прочных туфов, твердого каменного угля, дроблёного брака и боя керамических изделий (сильно-обожженного кирпича, плиток, керамических труб, фарфора и фаянса).

Стеклоянная крошка, полученная из боя разнообразного по цвету стекла, дает хороший блеск и игру цвета. Но при работе с такими растворами следует соблюдать осторожность во избежание порезов. *Гранулированное стекло* – стеклоянная крошка различных цветов с крупностью зерен 2... 5 мм, с оплавленными гранями, имеет меньший декоративный эффект.

Слюда редко применяется в качестве декоративного заполнителя, так как характеризуется низкими прочностью, морозостойкостью. В смеси, предназначенные для отделки шлифованием, добавлять стекло и слюду не допускается.

Дорсил – прочный пористый вспученный заполнитель стеклокристаллического строения, получаемый термической обработкой отходов стекольного производства и применяемый при изготовлении мозаичных смесей для декоративных теплых полов общественных зданий благодаря ценным строительным свойствам – высокой декоративности (разнообразие цвета – белый, голубой, лиловый, зеленый), очень высокой прочности и износостойкости.

Предварительно обожженная крошка из цветной глины различного состава и некоторых других осадочных горных пород также используется для получения декоративных составов различного цвета, особенно в наборно-мозаичных работах

Дробленый уголь (антрацит) используют в качестве декоративного заполнителя в растворах для мозаичных полов и каменных штукатурок благодаря ценным свойствам – красивому внешнему виду, высокой плотности, твердости.

Наполнители – тонкодисперсные порошкообразные или волокнистые материалы, вводимые в само минеральное вяжущее или в растворы, мастики и клеи на его основе. Для получения низкомарочных цементов наполнитель выступает в качестве инертного материала, заполняющего объем изъятой части цемента (т.е. уменьшает долю дорогой клинкерной части), окрашивающего компонента (порошки минеральных пигментов — охра, сурик оксид хрома и др. – см. раздел 11), снижающего усадку (создаёт в слое материала жесткий армирующий скелет) и т.д.

В материалах на основе цемента, извести, гипсовых вяжущих наиболее часто используются следующие наполнители:

- известняковые и доломитовые мука и пыль;
- мел;
- каменная мука;
- асбест;
- молотый кварцевый песок;
- зола ТЭС и др.

Известняковые и доломитовые мука и пыль обладают высокой щелочестойкостью и хорошим сцеплением с минеральным вяжущим; получают их из горных пород (известняк и доломит), имеющих невысокую твердость и легко измельчающихся при помоле.

Мел состоит из карбоната кальция CaCO_3 (более чем на 95%) и применяют его в штукатурных растворах в качестве разбеливателя для цветных растворов. Для снижения водопоглощения мела его гидрофобизируют; такой мел не комкуется и не слеживается.

Асбест хризотилловый – волокнистый минерал, состоящий из тончайших волокон — фибрилл трубчатого строения, обладающих эластичностью, прочностью при растяжении (600-800 МПа), негорючестью, щелочестойкостью, низкой теплопроводностью, хорошей адсорбционной способностью по отношению к продуктам гидратации цемента. Применяют его в качестве армирующего наполнителя плотностью 1000-1500 кг/м³ в асбестоцементных изделиях, растворах, клеях и мастиках. По химическому составу асбест – водный алюмосиликат магния, способный распушаться в водной среде, образуя сетчатую структуру.

Каменная мука производится из отсевов каменной крошки и отходов при распиливании блоков гранита и мрамора и применяется для отбеливания цементов и придания необходимых оттенков мозаичным растворам. Тонкость частиц каменной муки регламентируется остатком на сите с 900 отверстиями на 1 см², который должен составлять не более 0,5% от массы просеиваемой пробы.

Молотый кварцевый песок – один из самых дешевых и доступных наполнителей с насыпной плотностью 1200-1500 кг/м³, характеризующихся высокой кислото- и щелочестойкостью, что позволяет его использовать не только в обычных составах, но и в специальных кислотоупорных растворах и мастиках.

Гравий – рыхлая смесь окатанных обломков горных пород размером от 5 до 70 мм, содержащая различное количество примесей в виде гальки (размером от 100 до 70 мм), песка, глинистого вещества. Применяют в качестве крупного заполнителя для бетонов, в дорожном строительстве.

Глина – рыхлая осадочная землистая полиминеральная смесь, состоящая из частиц мельче 0,01 мм (подробно см. в разделе б).

Цементированные обломочные горные породы образовались путем цементации рыхлых пород разнообразными химическими веществами (глиной, кремнеземом, кальцитом и др.). Наибольшее значение в строительстве из цементированных обломочных пород имеют песчаники (кремнистые и известковые песчаники, цементированные кремнеземом и кальцитом), конгломераты и брекчии.

Цементированные обломочные осадочные горные породы

Песчаники – плотная горная порода желтого, серого или бурого цвета в виде цементированных кварцевых песков. В зависимости от цементирующего вещества различают песчаники:

- глинистые;
- мергелистые;
- известковые;
- кремнистые и др.

Окраску песчаникам придают цементирующие вещества.

Свойства:

- плотность до 2700 кг/м³;

- предел прочности при сжатии 150...250 МПа;
- высокая твердость;
- стойкость к истиранию.

Применение – для кладки стен неотапливаемых зданий, фундаментов, подпорных стенок, изготовления бутовых камней, плит для устройства ступеней и тротуаров, щебня для бетонов и другие изделия.

Конгломераты и брекчии – обломочные цементированные горные породы. Конгломерат состоит из цементированных зерен гравия, брекчия – из угловатых обломков щебня. Их плотность изменяется в широком интервале – 1600...2800 кг/м³, такой же широкий диапазон предела прочности при сжатии – 100...160 МПа. Конгломераты и брекчии применяют в качестве щебня для бетонов, в виде бутового камня, а также как декоративные отделочные камни.

Органогенные породы

Органогенные породы образуются в результате жизнедеятельности и отмирания организмов морских и пресных водоёмов. В строительстве используют:

- плотные известняки;
- известняки-ракушечники;
- мел;
- диатомиты;
- трепелы.

Известняк – осадочная горная порода, состоящая из минерала кальцита CaCO₃, глинозема, магнезита и кремнезема.

Свойства:

- плотность 1800-2600 кг/м³;
- предел прочности при сжатии до 200 МПа;
- твердость по Моосу равна 3;
- известняки без примесей имеют белый цвет;
- известняки с примесями глины, кварца, оксида железа и др.

имеют различные оттенки: серый, желтоватый, красноватый и др.

В зависимости от относительного содержания CaCO₃ известняки называют чистыми (не менее 98% CaCO₃) и мергелистыми (не менее 90% CaCO₃).

Мергели — горная порода, состоящая из смеси известняка и глины в различных соотношениях. Мергели определенного состава используют для изготовления портландцемента.

В зависимости от условий образования известняки бывают:

- плотные;
- пористые.

Плотный известняк является ценным сырьем для производства вяжущих веществ, воздушной и гидравлической извести, портландцемента; применяют его для изготовления плит и фасонных деталей для наружной

облицовки стен, лестничных ступеней, подоконников, карнизов, а также для приготовления щебня для тяжелых бетонов, асфальтобетона.

Пористые известняки и известняк-ракушечник – пористые породы крупнопористой структуры, состоящие из раковин и их обломков, сцементированных известковым веществом (углекислый кальций с примесью кремнезема и глины). Свойства:

- плотность 600...1500 кг/м³;
- предел прочности при сжатии 0,4...5 МПа;
- малая теплопроводность;
- хорошая обрабатываемость (легко поддается распиловке).

Применение – для изготовления стеновых камней и блоков; отходы ракушечника служат заполнителем для легких бетонов.

Мел – горная порода белого цвета, состоящая из мелких частиц раковин простейших организмов. Мел обладает невысокой прочностью.

Применение – для изготовления шпатлевок, замазок, красок, для производства извести и цемента, а также в производстве стекла.

Диатомиты и трепелы – легкие горные породы белого, серого или желтоватого цвета, состоящие из аморфного кремнезема в виде остатков диатомовых водорослей или скелетов окаменелых организмов.

Свойства:

- плотность диатомита 400-1000 кг/м³;
- пористость 60-70%;
- уплотненный трепел образует более плотную неразмокаемую разновидность – опоку.

Применение – для изготовления теплоизоляционных материалов, легкого кирпича, в мелко измельченном состоянии – как активную минеральную добавку к цементам.

Химические осадки

К породам химического происхождения относят:

- гипс;
- ангидрит;
- доломит;
- магнезит.

Гипс – плотная горная порода $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, состоящая из минерала того же названия. Применяют для получения строительного гипса и гипсовых вяжущих и в качестве облицовочных материалов для интерьеров.

Ангидрит – горная порода, состоящая из одноименного минерала – ангидрита CaSO_4 . Тонкозернистый ангидрит голубоватых оттенков называют бергамским мрамором. Применяют в качестве сырья для производства ангидритового цемента, облицовочного материала, для различных художественных поделок.

Магнезит состоит из минерала – магнезита $MgCO_3$. Применяют для получения огнеупорных материалов и в качестве сырья для производства магнезиальных вяжущих.

Доломит – карбонатная горная порода зернистой структуры, состоящая из минерала доломита ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) с примесями глинистого, железистого, кремнистого и других веществ. По свойствам доломиты схожи с плотными известняками. Применяют для производства магнезиальных вяжущих, щебня, бутового камня, огнеупоров и в качестве облицовочного материала в виде плит.

7.5. *Метаморфические горные породы*

Метаморфические горные породы – породы, образующиеся из магматических или осадочных горных пород в результате глубоких изменений изверженных и осадочных пород под воздействием высоких температур или больших давлений, приводящих к изменению химического и минералогического состава пород, перекристаллизации минералов без их плавления, видоизменению структуры.

Метаморфические горные породы имеют сланцеватое строение и более плотны, чем исходные осадочные. В строительстве из метаморфических пород применяют:

- гнейсы (слоистые и перекристаллизованные граниты);
- кварциты (уплотненные и перекристаллизованные песчаники);
- мраморы (уплотненные и перекристаллизованные известняки и доломиты);
- глинистые сланцы (уплотненная, слоистая, не размокающая в воде глиносодержащая порода).

Изверженные и видоизмененные горные породы составляют примерно 90%, а осадочные 10% объема земной коры, однако последние занимают около 3/4 площади всей поверхности суши.

В строительстве часто применяют метаморфические или видоизмененные горные породы: гнейсы, глинистые сланцы, мраморы и кварциты.

Гнейсы – горная порода из класса скальных грунтов светло-серого, серого, тёмно-серого и зеленоватого цветов, кристаллически зернистой структуры, образовавшаяся из гранита в результате перекристаллизации под большим давлением и по минералогическому составу сходны с ним.

Свойства:

- имеют сланцевое строение;
- при обработке легко раскалываются вдоль слоев и трудно в перпендикулярном направлении;
- по физико-механическим свойствам, особенно по плотности и прочности, близки к свойствам гранита;

- в отличие от гранита менее морозостойки и атмосферостойки;
- легко выветриваются из-за слоистости;
- имеют светлую или пеструю окраску.

Применение – в виде плит для облицовки, в виде бутового камня для кладки фундаментов, для устройства тротуаров.

Глинистые сланцы – твердая глинистая порода сланцевого строения, образованная из глины, уплотнившейся и частично перекристаллизовавшейся под влиянием большого давления и высоких термических факторов

Свойства:

- не размокают в воде;
- не переходят в пластическое состояние;
- имеют темно-серый цвет;
- легко раскалываются на тонкие ровные плитки.

Применение – в виде плиток как самый долговечный кровельный материал (природный шифер).

Мраморы – горные породы, образованные из известняков (реже из доломитов) в результате их перекристаллизации под воздействием высоких температур и давлений. Свойства:

- имеют зернисто-кристаллическую структуру;
- имеют белый, розовый, желтый, красный, черный и др. цвета.

Различные примеси (оксиды железа, частицы углерода) придают мрамору пеструю окраску с различными узорами, повышающими декоративность камня;

- плотность 2700...2900 кг/м³;
- предел прочности при сжатии 100...300 МПа;
- твердость небольшая - 3...4 единицы по шкале Мооса;
- легко распиливаются на плиты, шлифуются и полируются.

Мрамор – один из самых выразительных строительных материалов, способных сделать интерьер простым или изящным, тёплым или прохладным, роскошным или минималистским (табл. 11).

Применение – мрамор является одним из лучших отделочных материалов, обладающих высокой декоративной ценностью, поэтому применяют его для внутренней облицовки стен, ступеней, лестниц и других изделий, а также для изготовления художественных панно в стиле античных барельефов. Мраморную крошку широко используют для цветных штукатурок и декоративного бетона. Для наружной облицовки зданий мрамор не применяется, так как под воздействием атмосферных факторов быстро выветривается, темнеет, теряет блеск полировки.

Кварцит – горная порода из класса скальных грунтов, образовавшаяся в результате перекристаллизации зерен кварца и срастания их с кремнистым песчаником в однородную массу.

Свойства:

- высокая прочность (100...450 МПа);
- высокая огнеупорность (до 1710...1770°C);
- стойкость к выветриванию;
- плотность 2500...2700 кг/м³
- имеют темно-вишневый, красный, лиловый, реже - зеленый цвет;
- из-за большой твердости трудно обрабатываются.

Применение – для изготовления камней в мостах; в виде бута, щебня и брусчатки для мощения дорог, облицовки зданий, а также как сырье для производства диасовых огнеупорных изделий.

Таблица 11 – Признаки декоративности горных пород

Горная порода	Признаки декоративности	
	положительные	отрицательные
Граниты		
красные	Высокая насыщенность цвета, крупнозернистое строение или красивый рисунок мелкозернистых разновидностей	Резкие пятна и прямолинейные полосы, желтые оттенки, большое содержание слюды-биотита
серые	Однородная окраска, глубокий оттенок	Резкие пятна и прямолинейные полосы, желтый и бурый оттенки, неравномерность окраски
Лабрадориты	Черный цвет	Желтоватые участки
черные	Большое число крупных радужных кристаллов	Отсутствие радужной игры
Габбро	Предельно черная окраска, мелкозернистое строение	Серые оттенки и пятна
Мрамор	Однородный цвет, теплые оттенки	Резкие белые включения, нарушающие однородность окраски
Известняки и доломиты	Однородный цвет, теплые оттенки	Темные пятна и полосы
Песчаники	Однородный цвет, светлые, серые, желтоватые и красноватые оттенки	Грязные серые и бурые оттенки, неравномерная окраска
Туфы	Разнообразные светлые оттенки или однородные насыщенные цвета	Темные и бурые цвета
Гипсовые камни	Черные и светлые тона	Бурые и грязно-серые оттенки и включения

7.6. Горные работы и защита каменных материалов от разрушения

Горные работы – разведка и разработка (добыча) горных пород из недр Земли.

Разработку горных пород, залегающих неглубоко или выходящих на поверхность Земли, ведут *открытым способом* в карьерах экскаваторами, гидромеханическим способом, камнерезными машинами, взрывным способом и т.д.

Разработку горных пород, залегающих на большой глубине, ведут *закрытым способом* в шахтах или каменоломнях камнерезными машинами с твердыми дисковыми или цепными пилами. Для получения бутового камня и щебня глыбы разрабатывают *взрывным способом*.

Рыхлые горные породы (песок, гравий, глины) добывают открытым способом с помощью одно- и многоковшовых экскаваторов. Добытые глыбы, блоки перевозят на камнеобрабатывающие заводы, где их подвергают обработке, распиливанию, фрезерованию, профилированию, шлифованию и полированию, в результате которых камень приобретает заданные размеры и форму, а также фактуру лицевой поверхности. В зависимости от способа выполнения декоративные фактуры подразделяют на:

- *образивные;*
- *ударные.*

В процессе эксплуатации каменные материалы в конструкциях непрерывно подвергаются воздействиям окружающей среды, вызывающим их медленное разрушение – выветриванию, повышенной влажности, атмосферных осадков, газов и пыли, содержащихся в воздухе, попеременному увлажнению и высыханию, резким перепадам температур, сильным морозам и другим вредным факторам. Такие условия эксплуатации значительно сокращают срок службы каменных природных материалов и резко ухудшают их декоративные качества.

Правильное и своевременное применение защитных мер повышает срок службы материала, сохраняет его декоративные качества и естественную окраску на долгое время. Способы защиты зависят от особенностей каменного материала и условий его работы. К ним относятся:

- защита камня от сильного увлажнения;
- хороший сток воды;
- проветривание;
- гладкие обработанные поверхности, исключающие скопление дождевых и снеговых вод;
- абсолютная герметизация швов;
- пропитка поверхности пористого камня специальными составами, предохраняющими ее от проникновения влаги и повышающими прочность и морозостойкость камня (растворы солей кремнефтористоводородной кислоты, гидрофобизирующие составы).

7.7. Транспортирование и хранение природных каменных материалов

Материалы и изделия из природного камня во время транспортирования следует предохранять от увлажнения, загрязнения и механических повреждений. Бутовый и валунный камень, щебень, булыжный камень перевозят навалом или в контейнерах. Бутовый камень хранят в штабелях навалом по маркам и породам; брусчатку – в штабелях по сортам и классам.

Крупные стеновые блоки, блоки для распиливания, бортовые камни перевозят на открытых платформах с укладкой правильными рядами на подкладках, защищая от повреждений. Хранят их на открытых спланированных площадках уложенными на деревянные подкладки.

РАЗДЕЛ 8. ИСКУССТВЕННЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Искусственные каменные материалы и изделия получают из растворов или бетонных смесей на основе минеральных вяжущих веществ путем формования и последующего затвердевания. Заполнителями для этих изделий служат кварцевый песок, пемза, зола, шлак, древесные опилки, древесная шерсть и др. Для повышения прочности при изгибе изделий последние армируют волокнистыми материалами: древесиной, бумажной макулатурой, асбестом, листовой бумагой и др.

В ассортимент искусственных каменных необожженных материалов и изделий на основе минеральных вяжущих входят:

- силикатные (полученные на основе извести с кремнеземистыми заполнителями);
- гипсовые и гипсобетонные изделия (на основе гипса);
- асбестоцементные (изготавливаемые на основе портландцемента, армированного волокнами асбеста);
- изделия на основе портландцемента;
- изделия на основе магнезиальных вяжущих.

Искусственные каменные изделия по назначению подразделяют на:

- изделия для стен и перегородок;
- кровельные изделия;
- санитарно-технические изделия.

8.1. Изделия на основе извести

Немецкий ученый В. Михаэлис в 1880 г. предложил способ изготовления мелких изделий из известково-песчаной смеси путем пресования и последующей автоклавной обработки, в результате которой изделия получались очень прочными и долговечными. Эти материалы получили название «силикатные». Большой вклад в разработку технологии производства этих материалов внесли П.И. Боженков, А.В. Волженский, П.П. Будников, Ю.М. Бутт и др.

В естественных условиях известь твердеет очень медленно, изделия получаются не очень прочными (1...2 МПа), легко размокающими при действии воды, поэтому известь не использовали для получения прочных и водостойких каменных изделий. Для производства силикатных материалов используется дешевое вяжущее (воздушная известь) и основное сырье – кварцевый песок.

К автоклавным силикатным изделиям относятся:

- силикатный кирпич;
- крупные силикатные блоки;
- плиты из плотного силикатного бетона;
- панели перекрытий и стеновые;
- колонны;
- балки и др.

Силикатные изделия выпускают полнотелыми или облегченными со сквозными или полузамкнутыми пустотами, с ячеистой структурой для конструкций и теплоизоляционных целей. На основе извести выпускаются известково-песчаные, известково-золяные и известково-шлаковые кирпичи, крупные блоки и панели для стен и перекрытий, плиты для облицовки стен и др., из которых в качестве строительных товаров наиболее широко используются известково-песчаный, известково-шлаковый и известково-золяный кирпич.

Известково-шлаковый кирпич изготавливают из смеси извести (3-12%) и гранулированного доменного шлака (88-97%).

Известково-золяный кирпич получают из смеси извести (20-25%) и золы (75-80%).

Отличительные особенности известково-шлакового и известково-золяного кирпича:

- производство этих видов кирпича аналогично производству силикатного;
- имеют меньшую теплопроводность, чем силикатный кирпич (коэффициент теплопроводности находится в пределах 0,5-0,6 ккал/м • ч • град). Толщина стен из этих видов кирпича может по теплотехническим

соображениям быть меньше, чем это необходимо для стен из силикатного кирпича.

- имеют меньшую прочность. По пределу прочности при сжатии они подразделяются на три марки: 25, 50 и 75. Из-за невысокой прочности их применяют для кладки стен зданий высотой не более 3-х этажей;
- морозостойкость этих материалов равна 10;
- известково-золенный и известково-шлаковый кирпичи дешевле, чем силикатный.

Известково-песчаный (силикатный) кирпич (ГОСТ 379-95) – искусственный безобжиговый стеновой строительный камень определенной формы и размеров, изготавливаемый прессованием под большим давлением из смеси кварцевого песка (92-96% от массы сухой смеси), воздушной извести (5-8% в расчете на активную СаО) и воды и запариванием в автоклаве с последующим отверждением в автоклаве (см. рис.14). В условиях повышенной влажности, температуры и давления происходит образование гидросиликата кальция, кристаллы которого, цементируя зерна песка и срастаясь между собой, определяют высокую прочность, водостойкость и долговечность получающегося искусственного камня.

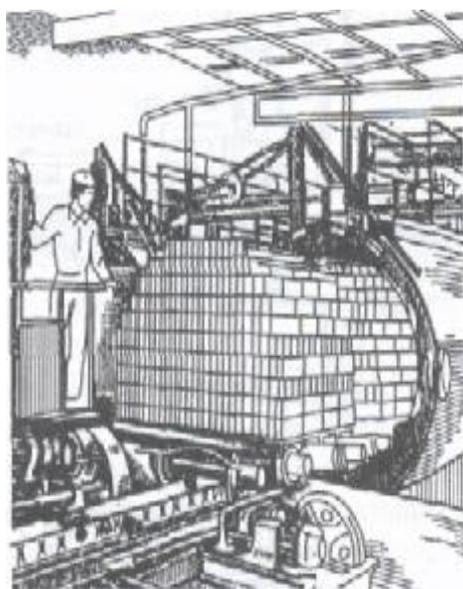


Рис. 14. Загрузка кирпича в автоклав

Кварцевый песок с зернами размером от 0,2 до 2 мм не должен иметь включений глины, примесей слюды до 0,5%, известь может быть негашеной или гидратной с содержанием не более 5% MgO.

В зависимости от способа гашения извести различают два способа производства силикатного кирпича:

- силосный;
- барабанный.

Силосный способ: перемешанная увлажненная смесь извести с песком подается в металлические или железобетонные силосы, где выдерживается 1-4 ч в зависимости от скорости гашения извести.

Барабанный способ: смесь для гашения поступает во вращающиеся барабаны с подводом пара под давлением до 0,5МПа, гашение длится 30...40 мин. Приготовленную сырьевую смесь (влажностью 6...7%) прессуют на прессах под давлением 15...20 МПа. Полученный сырец укладывают на вагонетку, которую направляют в автоклав для отверждения (рис. 14).

Быстрое отверждение происходит при высокой температуре и при высокой влажности, поэтому в автоклаве поддерживается определенный ре-

жим: температура 175-190°C, давление насыщенного пара до 0,8 МПа. Весь цикл запаривания длится 10...14 ч.

Выгруженный из автоклава кирпич на воздухе продолжает упрочняться благодаря процессу карбонизации, при котором образуется прочный углекислый кальций по реакции $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

В зависимости от предела прочности при сжатии различают шесть марок кирпича: 75, 100, 125, 150, 200 и 250. Такая прочность (за исключением марки 75) достаточна для возведения из силикатного кирпича стен зданий средней этажности.

Коэффициент теплопроводности силикатного кирпича выше, чем у глиняного, и составляет 0,7—0,75 ккал/м•ч•град, поэтому для достаточной теплозащиты стены из них приходится возводить большей толщины, чем это требуется по расчетам на прочность.

Отличительные особенности силикатного кирпича:

- по технико-экономическим показателям силикатный кирпич превосходит глиняный, так как его изготовление требует меньше топлива и электрической энергии; процесс производства силикатного кирпича занимает 15-18 ч (производство глиняного обычного – 3-6 суток); в 2,5 раза снижается трудоемкость производства, уменьшается число занятых рабочих; себестоимость силикатного кирпича в 1,5 раза ниже, чем глиняного;

- в отличие от глиняного силикатный кирпич неустойчив к агрессивным средам, содержащимся в грунтовых водах, поэтому последний нельзя применять для кладки фундаментов и цоколей зданий;

- силикатный кирпич не обладает достаточной теплостойкостью: при температурах выше 500°C происходят дегидратация гидросиликата кальция, а также полиморфные превращения кварца (α -кварц переходит в β -кварц, скачкообразно увеличиваясь при этом в объеме), что приводит к появлению в кирпиче трещин. В связи с этим силикатный кирпич нельзя применять для кладки печей, труб и других конструкций, подвергающихся воздействию высоких температур.

Применение – силикатный кирпич, также как и глиняный, широко применяется в строительстве жилых, общественных и промышленных зданий для возведения несущих стен. Из-за низкой водостойкости силикатный кирпич нельзя применять для кладки фундаментов и цоколей зданий ниже гидроизоляционного слоя. Не допускается использование силикатного кирпича для стен бань, прачечных, без специальных мер защиты от увлажнения. В этих случаях применяют силикатный кирпич повышенной морозостойкости с маркой Р50. Кроме того, силикатный кирпич не выдерживает длительного воздействия высокой температуры, поэтому его не разрешается применять для кладки печей и труб.

Кирпич и камни силикатные (рис.15) изготавливают в форме прямоугольного параллелепипеда размером: кирпич одинарный 250x120x65 мм; кирпич утолщенный 250x120x88; 250x120x138 мм.

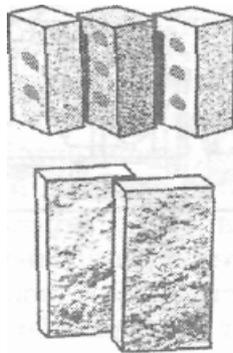


Рис. 15. Кирпичи
силикатные и камни с колотой фактурой

Одинарный и утолщенный кирпич изготовляют полнотелым и пустотелым, камни только пустотелыми, цвет светло-серый или цветной.

Отверстия в изделиях должны быть несквозными и расположенными перпендикулярно постели. Толщина наружных стенок пустотелых изделий должна быть не менее 10 мм.

По прочности изделия изготовляют марок: 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, по морозостойкости — F15, F25, F35, F50. Марка по морозостойкости лицевых изделий должна быть не менее F25. Водопоглощение изделий должно быть не менее 6%, теплопроводность — 0,636...0,72 Вт/(м·К). Камни силикатные изготовляют размерами 250x120x44; 250x90x98 мм. Марки прочности M150; M200; морозостойкость F25; F35; F50, плотность камней 1650 кг/м³.

Применение – кирпич и камни применяют для кладки каменных и армокаменных наружных и внутренних стен зданий и сооружений, а также для их облицовки из лицевых изделий. Хорошо сочетаются с блоками из ячеистого бетона и другими строительными материалами. Камни силикатные с колотой фактурой применяют для отделки фасадов зданий и для декоративных элементов ограждений индивидуальных садовых домиков и коттеджей.

Силикатные бетоны – искусственный камень, состоящий из кварцевого песка (70...80%), молотого песка (8-15%), комовой негашеной извести (6...10%) и воды, образовавшейся из указанной смеси после затвердевания ее в автоклаве.

Силикатные бетоны могут быть:

- плотного строения;
- пористого строения.

Их делят на:

- плотные;
- ячеистые;
- легкие на пористых заполнителях.

Плотный мелкозернистый силикатный бетон – разновидность тяжелого бетона.

**Отличительные особенности силикатного бетона
от цементного бетона**

- имеет более однородную структуру;
- в его составе отсутствует крупный заполнитель (гравий или щебень);
- стоимость значительно ниже.

Силикатный бетон предназначен для изготовления крупноразмерных изделий по следующей технологии: дробление комовой негашеной извести → приготовление известково-песчаного вяжущего путем дозирования извести, песка и гипса и помола их в шаровых мельницах → приготовление силикатобетонной смеси путем смешивания немолотого кварцевого песка с тонкомолотой известково-песчаной смесью и водой в бетоносмесителях с принудительным перемешиванием → формование изделий → отверждение отформованных изделий в автоклавах при температуре до 180°C и давлении насыщенного пара 0,8... 1,2 МПа.

Свойства:

- плотность изделий из силикатного бетона 1800...2200 кг/м³;
- марки прочности М150, 200, 250, 300, 400 и 500;
- прочность бетона при сжатии зависит от состава силикатобетонной смеси, режима автоклавной обработки, способов укладки смеси (вибрированные крупноразмерные силикатные изделия имеют прочность при сжатии 15...40 МПа, при силовом вибропрокате прочность силикатных изделий может достигать 60 МПа);
- морозостойкость 25...50 циклов;
- водопоглощение по массе не более 16%;
- водостойкость удовлетворительная.

Применение – для строительства жилых, промышленных и общественных зданий.

Ячеистые силикатные бетоны отличаются малой плотностью и низкой теплопроводностью. Ячеистая структура силикатного бетона достигается введением в смесь пенообразователя (пеносиликаты) или газообразующей добавки (газосиликаты). Диаметр сферических ячеек 1...3 мм.

Свойства:

- плотность изделий из ячеистых силикатных бетонов 300...1200 кг/м³;
- прочность 1...20 МПа;
- морозостойкость: F15; F25; F35; F50; F75; F100;

- теплопроводность в зависимости от плотности составляет от 0,093 (плотность 300 кг/м³) до 0,26 (плотность 1000 кг/м³) Вт/(м·К) в сухом состоянии;

- водопоглощение 40-45%.

По назначению ячеистые силикатные изделия делят на:

- теплоизоляционные;
- конструкционно-теплоизоляционные;
- конструкционные.

Теплоизоляционные ячеистые силикатные изделия в зависимости от плотности используют для утепления железобетонных, асбестоцементных и других слоистых панелей, чердачных перекрытий, камер холодильного оборудования, а также в виде скорлуп и коробов для утепления трубопроводов.

Конструкционно-теплоизоляционные ячеистые силикатные бетоны плотностью 500...800 кг/м³, прочностью 2,5...7,5 МПа применяют для изготовления панелей внутренних несущих стен, перегородок.

Конструкционные пено- и газосиликаты плотностью 800...1200 кг/м³ и прочностью до 20 МПа применяют для армированных конструкций покрытий промышленных зданий, междуэтажных и чердачных перекрытий жилых и общественных зданий, несущих перегородок и др. Изделия и конструкции из ячеистых бетонов по массе, стоимости и капитальным вложениям гораздо эффективнее изделий из легких силикатных бетонов на пористых заполнителях.

Блоки из ячеистого силикатного бетона стеновые мелкие (ГОСТ 21520-89) изготавливают размерами, мм: 588x150x200; 500x200x300; 588x200x250; 588x200x400; плотностью 500, 600 и 700 кг/м³, прочностью при сжатии 2,5...3,5 МПа; класс бетона В2,5; В1,5; морозостойкость F25, F35; теплопроводность 0,114 Вт/(м·К).

Свойства:

- в 5 раз легче такой же стены из силикатного кирпича;
- трудоемкость возведения стен в 2 раза меньше;
- обеспечивает повышенную комфортность помещений благодаря способности аккумулировать тепло;
- экологически чистый, долговечный и огнестойкий материал.

Применение – блоки из газосиликата рекомендуется применять для кладки наружных и внутренних стен жилых и общественных зданий.

8.2. Материалы и изделия из гипса

Материалы и изделия из гипса получают на основе гипсовых вяжущих и классифицируют на:

- гипсовые;
- гипсобетонные.

Гипсовые изделия получают из гипсового теста, в состав которого для экономии расхода гипсовых вяжущих и улучшения свойств изделий вводят тонкомолотые минеральные или органические наполнители в небольшом количестве.

Гипсобетонные изделия получают из смеси гипса, воды и пористых заполнителей (минеральные – пемза, туф, топливные и доменные шлаки и органические – древесные опилки, стружка или шерсть, сечка из соломы, льняная костра). Последние вводят для снижения или увеличения массы изделий, улучшения гвоздимости, уменьшения хрупкости, повышения тепло- и звукоизоляционных свойств.

Вяжущими для изготовления гипсовых и гипсобетонных изделий в зависимости от их назначения служат:

- гипс;
- водостойкие гипсоцементно-пуццолановые смеси;
- ангидритовые цементы.

Изделия могут быть армированными. В качестве арматуры используют деревянные рейки, стебли подсолнечника и камыша и др. Роль арматуры могут также выполнять алюминиевая или медная проволока или сетка, — стальная арматура в гипсовых изделиях подвергается коррозии, поэтому ее нельзя применять без защитного слоя.

Гипсовые и гипсобетонные изделия обладают рядом преимуществ:

- небольшая плотность;
- несгораемость;
- высокая прочность;
- низкая теплопроводность;
- хорошая звукоизоляция;
- способность к окрашиванию;
- способность к механической обработке.

Недостатки:

- низкая водостойкость;
- высокая гигроскопичность;
- высокая ползучесть под нагрузкой, особенно при увлажнении,

поэтому изделия на основе гипса применяют в помещениях с относительной влажностью воздуха не более 60%, так как при увлажнении происходит значительное понижение прочности.

Для повышения влаго- и водостойкости изделий их покрывают водонепроницаемыми защитными красками, а также применяют добавки к гипсу молотого доменного шлака и пуццоланового портландцемента.

Ассортимент изделий на основе минеральных вяжущих веществ

К изделиям на основе гипса относят:

- гипсовые обшивочные листы;
- плиты и панели для перегородок;
- плиты акустические;
- лепные детали.

В современном строительстве среди гипсовых изделий наибольшее распространение получили панели и плиты для перегородок, гипсокартонные листы, вентиляционные блоки, санитарно-технические кабины.

Гипсовые и гипсобетонные плиты выпускают с гладкими и рифлёными лицевыми поверхностями, сплошными и пустотелыми шириной 400-800 мм, толщиной 80-100 мм.

- плотность 1000... 1400 кг/м³;
- прочность при сжатии 3...4МПа;
- гипсовые плиты огнестойки;
- обладают звукоизоляционными свойствами;
- поддаются механической обработке;
- имеют высокую гигроскопичность, водопоглощение составляет около 20%
- влажность изделий не должна превышать 8% по массе (при повышенной влажности свойства плит ухудшаются, поэтому их разрешается применять в помещениях при относительной влажности воздуха 70%).

Применение – для устройства несущих перегородок в жилых, общественных и промышленных зданиях.

Гипсобетон готовят на гипсоцементно-пуццолановых вяжущих, состоящих из строительного гипса – 60...75%, портландцемента – 15...25% (вместо портландцемента рекомендуется применять пуццолановый портландцемент) и активной минеральной кремнеземистой добавки – 10...25%; армируют его деревянным каркасом.

Гипсобетонные панели подразделяют на:

- перегородочные;
- для оснований пола.

для стен и потолков санитарно-технических кабин (панели изготавливают на прокатном стане или в горизонтальных и вертикальных кассетах-формах).

Перегородочные панели изготавливают сплошной или с проемами для дверей длиной на комнату, шириной, равной высоте этажа, толщиной

80...100 мм. Прочность при сжатии гипсобетона должна быть не менее 3,5 МПа, плотность 1250...1400 кг/м³, влажность не более 8%.

Панели для основания пола выпускают размером по длине и ширине на комнату или часть комнаты, толщиной 50...60 мм.

Гипсобетонные вентиляционные блоки.

Вентиляционные блоки, применяемые в жилых домах, изготавливают размером на этаж на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем (ГЦ-ПВ) со сквозными круглыми пустотами диаметром 140 мм и толщиной стенок до 20 мм.

Гипсокартонные листы (ГОСТ 6266-89) – листовой отделочный материал шириной 600 и 1200 мм, длиной 2500...4800 мм и толщиной 8...12 мм, изготовленный из строительного гипса с минеральными или органическими добавками (или без них) и армированным картоном, наклеиваемым с обеих сторон. Картон придает гипсовому листу прочность, а гладкая поверхность позволяет легко оклеить ее обоями или окрасить красочными составами.

Свойства:

- средняя плотность 850...1050 кг/м³;
- малая тепло- и звукопроводность;
- негорючие;
- легко режутся и пробиваются гвоздями;
- плохо сопротивляются изгибу (предел прочности при изгибе должен быть не менее 3,2 и 2,5 МПа соответственно при толщине листа 12 и 10 мм);
- разрушаются под действием влаги, поэтому влажность их не должна превышать 2%.

Применение - гипсокартонные листы (сухая штукатурка) применяют для внутренней отделки каменных и деревянных стен, устройства перегородок и подвесных потолков в помещениях с сухим или нормальным температурно-влажностным режимом. Крепятся при помощи гипсоклеевых мастик.

Через торговую сеть реализуются только гипсовые обшивочные листы.

Гипсовые обшивочные листы – листовой отделочный материал, имеющий две разновидности:

- гипсовая сухая штукатурка;
- гипсоволокнистая сухая штукатурка.

Гипсовую сухую штукатурку изготавливают из гипсового теста (в его состав для снижения расхода вяжущего вводят древесные опилки), оклеенного с обеих сторон картоном, и получают армированием гипсового теста (90-95%) растительными волокнами: бумажной макулатурой и льняной

кострой (5-10%). Гипсовые обшивочные листы выпускаются длиной 2500-3300 мм, шириной 1200-1300 мм и толщиной 10-12 мм.

Гипсоволокнистая сухая штукатурка по сравнению с гипсовой обладает:

- небольшой объемной массой;
- легкой механической обрабатываемостью (распиливание, сверление);
- высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами;
- лёгкостью.

Применение – при отделке стен, потолков, перегородок внутренних помещений с сухим или нормальным температурным режимом эксплуатации, что позволяет устранить трудоемкие и мокрые процессы во время обычных штукатурных работ. Поверхности стен, обшитые листами сухой штукатурки, легко поддаются отделке лаками, красками, обоями и другими отделочными материалами.

8.3. Асбестоцементные материалы и изделия

Асбестоцемент – цементный композиционный материал, армированный волокнами асбеста (в основном, хризотил-асбеста (горный лен) 3-6-го сортов, в которых длина волокнистых частиц изменяется от 40 мм до нескольких сотых миллиметра (чем длиннее волокна асбеста, тем выше его сорт). Асбест является негоряемым минералом с малой электро- и теплопроводностью, способным расщепляться на тончайшие прочные волокна и сохранять высокую прочность на растяжение. Цементный камень хорошо сопротивляется сжимающим и плохо— растягивающим напряжениям, поэтому введение 15% тонковолокнистого асбеста, играющего роль своеобразной арматуры, повысит физико-механические свойства камня.

Асбестоцементные изделия получают формированием смеси асбеста, воды и портландцемента (марок 400 и 500), в состав которого не допускаются никакие добавки, кроме гипса (1,5-3,5%). Для производства асбестоцементных труб, листовых изделий применяют портландцемент с добавкой 30-45% тонкомолотого песка (песчаный портландцемент); при производстве цветных асбестоцементных изделий - белый портландцемент, цветные цементы, красители. На приготовление асбестоцементной смеси используют большое количество воды, к которой предъявляется ряд требований – она должна быть чистой, не содержать глинистых примесей, органических веществ и минеральных солей, иметь температуру 20...25°С.

Достоинства:

- высокие физико-механические свойства;
- малое водопоглощение;
- повышенная морозостойкость;

- высокая долговечность;
- широко используется для изготовления строительных изделий.

Основным недостатком асбестоцементных изделий является невысокая сопротивляемость удару.

Асбестоцементные изделия

Асбестоцементные изделия в зависимости от назначения делят на:

- кровельные (листы асбестоцементные волнистые);
- облицовочные (облицовочные плиты и плитки);
- изделия специального назначения (трубы и муфты к ним, вентиляционные короба).

В зависимости от способа изготовления асбестоцементные листовые изделия подразделяют на:

- прессованные;
- непрессованные.

По цвету их подразделяют на:

- серые (натурального цвета);
- окрашенные.

Достоинства:

- высокая прочность ($R_p = 8,8...11,2$ МПа; $R_{изг} = 17,2...24,5$ МПа);
- высокая морозостойкость (F25, F50, F100);
- малая водопроницаемость;
- теплостойкость;
- низкая теплопроводность ($\lambda = 0,35$ Вт/(м·К));
- легко обрабатываются (можно распиливать, забивать гвозди);
- средняя плотность – $1,7...2,3$ г/см³
- затраты на устройство асбестоцементной кровли, включая стропила, обрешетку, на 24%, а трудовые затраты на 27% меньше, чем для кровли из рубероида.

Недостатки:

- хрупкость;
- склонность к короблению;
- экологическая опасность, так как асбест относится к токсичным канцерогенным веществам;
- повышенная ползучесть.

Листы асбестоцементные волнистые унифицированные (шифер) обладают высокой прочностью при изгибе – не менее 20 МПа, плотностью не менее 1700кг/м³, морозостойкостью K50. Волнистые листы в зависимости от высоты волны могут быть низкого профиля – высота волны 30мм, среднего профиля – 31...42, высокого профиля – 45 мм и более. Листы изготавливают серого естественного цвета и окрашенные; они должны быть строго прямоугольной формы, без трещин и отколов.

Листы волнистые в зависимости от основных размеров подразделяются на:

- волнистые листы обыкновенного профиля ВО (рис.16);
- усиленного профиля ВУ;
- унифицированного профиля УВ;
- среднего профиля СВ (табл. 12).

Таблица 12 – Размеры асбестоцементных листов (в мм)

Показатели	Виды асбестовых листов			
	ВО	ВУ	УВ	СВ
Длина	1200	1750-2500	1750-2500	1750-2500
Ширина	678	994	1125	1130
Толщина	5,5	8,0	6,0-7,5	5,8

Волнистые листы унифицированного профиля (УВ) имеют шести-волновой профиль, листы среднего профиля (СВ) имеют восьмиволновой и семиволновой профиль

Применение – для покрытия для устройства бесчердачных, а также утепленных кровель и стеновых ограждений промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений (особенно крупноразмерные листы). Масса одного листа в зависимости от размеров находится в пределах 22-36 кг.

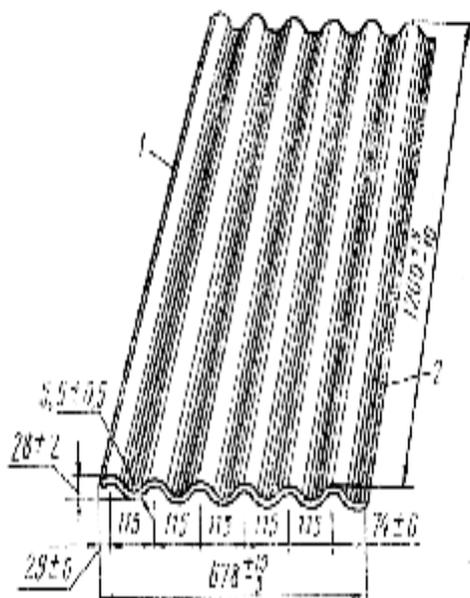


Рис. 16. Волнистый асбестоцементный лист обыкновенного профиля ВО:
1 — накрывающая кромка; 2 — накрываемая кромка

Облицовочные плиты изготавливают неокрашенными или окрашенными по всей массе или с поверхности, длиной 600-1600, шириной 300-1200 и толщиной 4-8 мм. В зависимости от покрытия их лицевая поверхность может быть:

- полированная;
- окрашенная эмалями;
- имитированная под керамическую плитку;
- офактуренная.

Применение – для наружной облицовки стен (морозостойкость должна быть не менее 25 циклов), перегородок и панелей внутри зданий.

Плитки асбестоцементные облицовочные с декоративным покрытием изготавливают размером 150x150x5 мм. Полимерное декоративное покрытие придает плиткам декоративность, водостойкость, водонепроницаемость и устойчивость к бытовой мойке.

Применение – для облицовки стен магазинов, кафе, метро, уличных подземных переходов, общественных помещений, а также стен ванных комнат и других помещений.

Кровельные и стеновые панели изготавливают из асбестоцементных листов.

Кровельная панель – слоистая конструкция массой 50 кг/м² из двух асбестоцементных листов, склеенных между собой по контуру асбестоцементной мастикой и образующих замкнутую оболочку, внутри которой уложен минераловатный утеплитель.

Применение – для покрытия кровель производственных и культурно-бытовых зданий с уклоном кровли не менее 5...7°.

Стеновая панель – трехслойная конструкция, наружный и внутренний облицовочные слои представлены прессованным асбестоцементом, промежуточный слой состоит из теплоизоляционного материала (минераловатная плита, пеностекло, пенопласт и др.). В зависимости от вида утеплителя толщина панели колеблется от 12 до 20 см; 1 м² панели имеет массу 120...180 кг.

Применение – при строительстве каркасно-панельных зданий. Применение панелей сокращает в 2 раза трудоемкость монтажных работ и сроки строительства, на 20% стоимость конструкций.

Трубы асбестоцементные имеют ряд преимуществ по сравнению с металлическими:

- легче;
- дешевле;
- не повреждаются блуждающими токами, которые часто выводят из строя металлические трубы;

- обладают высокой коррозионной устойчивостью;
- коэффициент теплопроводности асбестоцементных труб значительно меньше, чем металлических, что позволяет укладывать их на меньшей глубине, не опасаясь промерзания транспортируемых жидкостей.

Основным недостатком асбестоцементных труб, как и всех асбестоцементных изделий в целом, является их невысокая сопротивляемость удару. Для соединения труб выпускаются асбестоцементные муфты.

Трубы выпускают:

- напорные (водопроводные);
- безнапорные (канализационные);
- вентиляционные.

Применение – для сетей мусоро-, водо-, нефте- и газопроводов, безнапорной канализации, дренажа, дымовых и вентиляционных каналов, телефонных трубопроводов.

8.4. Изделия на основе портландцемента

Тротуарная плитка – современный строительный материал, предназначенный для устройства сборных покрытий тротуаров, пешеходных и садово-парковых дорожек, пешеходных площадей и посадочных площадок общественного транспорта.

Изготавливают тротуарную плитку вибропрессованием из мелкозернистого (песчаного) бетона. Для изготовления цветной плитки применяют пигменты.

Технические характеристики плитки (ГОСТ 1071-97):

- класс бетона В25;
- марка морозостойкости F250;
- водопоглощение по массе не более 5%;
- истираемость 0,8 г/см².

Достоинства:

- низкая энергоемкость (не нуждается в тепловой и автоклавной обработке, используются местные материалы);
- низкая истираемость;
- высокая эстетичность;
- долговечность;
- декоративность.

Цементно-песчаную черепицу изготавливают вибропрессованием из смеси цемента, песка, красящих пигментов, полимерной водоотталкивающей эмульсии со специальными добавками.

Достоинства:

- не ржавеет от влаги;
- атмосферостойкая;
- не выцветает;
- не покрывается плесенью;
- огнестойкая.

8.5. Материалы на основе магнезиальных вяжущих веществ

Магнезиальные вяжущие вещества (каустический магнезит MgO и каустический доломит $MgO+CaCO_3$) – тонкодисперсные порошки, активной частью которых является оксид магния.

Достоинства:

- хорошая адгезия;
- повышенная прочность сцепления с каменными и древесными материалами, особенно прочность на разрыв, поэтому их применяют в абразивном производстве для изготовления точильных кругов, брусьев и т.д.
- надежно соединяются с органическими заполнителями и защищают их от гниения.

Применение – в абразивном производстве, для изготовления декоративных архитектурно-художественных плит.

На основе магнезиальных вяжущих изготавливают фибролит и ксилолит.

Фибролит – искусственный каменный материал, изготовленный из смеси древесных волокон, шерсти или стружки и магнезиального вяжущего, затворенного водными растворами магниевых солей. Получают плиты путём прессования фибролитовой массы под давлением 0,04...0,05 МПа.

Применение – для утепления стен, полов и перекрытий; конструкционный – для заполнения стен, перегородок и перекрытий каркасных зданий; фибролитовую фанеру используют в качестве штукатурки.

Ксилолит – искусственный каменный материал в виде квадратных или прямоугольных плиток, изготовленный из смеси древесных опилок, магнезиального вяжущего, затворенного растворами магниевых солей (чаще раствором хлористого магния, карналлита и др.), заполнителей (асбест, трепел, кварцевый песок, каменная мука, пробковая крошка, тальк и краситель). Тальк и каменную муку вводят для повышения плотности, асбест (коротковолнистый) – для повышения прочности, хемостойкости и износостойкости ксилолита. Все компоненты должны быть тщательно перемешаны в сухом состоянии. Древесные опилки не должны содержать

коры, мусора, посторонних частиц. Для получения ксилолита с хорошей прочностью чаще используют опилки хвойных пород (сосны, ели), имеющие волокнистую структуру и реже – березовые или буковые опилки, имеющие зернистую структуру. Дубовые опилки не рекомендуется применять, так как содержащаяся в древесине дубильная кислота взаимодействует с вяжущим и прочность изделий снижается. Опилки уменьшают хрупкость, среднюю плотность и теплопроводность покрытия. Влажность опилок должна быть не более 20%, и древесина, из которой их получают, не должна быть поражена гнилью или грибом.

Основное требование к заполнителям – они не должны вступать в химическое взаимодействие с магнезиальными вяжущими и затворителем, а также с соляной кислотой. Хлористый магний поступает на строительную площадку в виде кристаллической соли или раствора технического хлористого магния. Перед применением соль растворяют, а раствор доводят до требуемой плотности разбавлением водой.

Приготовление ксилолитовых смесей производят в растворосмесителях, в которых сначала перемешивают заполнитель с тонким наполнителем и порошком каустического магнезита, а затем однородную смесь сухих компонентов затворяют раствором хлористого магния. Через 40 мин. после затворения магнезиальные растворы начинают терять подвижность и схватываться. Поэтому раствор приготавливают в таком количестве, чтобы его можно было израсходовать в течение получаса. К моменту схватывания поверхность смеси приобретает жирный, маслянистый вид.

Достоинства:

- полы из ксилолита теплы, бесшумны, хорошо сопротивляются истиранию;
- ксилолитовые полы могут имитировать мрамор, малахит.

Применение - для устройства монолитных покрытий полов и прослойки под покрытия из ксилолитовых плиток. Ксилолитовые полы должны быть защищены от увлажнения, т.к. характеризуются низкой водостойкостью. Кроме того, температура пола не должна быть выше 35°C.

РАЗДЕЛ 9. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Около 3000 лет до н.э. были известны некоторые вяжущие вещества – гипс, затем воздушная известь, необожженная глина. В настоящее время ассортимент минеральных вяжущих насчитывает более 100 наименований.

При строительстве зданий и сооружений используют штучные каменные материалы: кирпичи, камни, блоки, панели, облицовочные плитки. Чтобы здание было прочным и теплым, штучные каменные материалы необходимо связать между собой в единую монолитную конструкцию. Для этого используют вяжущие вещества, скрепляющие воедино зерна заполнителей (песка, гравия и щебня).

9.1. Общие сведения и классификация

Вяжущие вещества – тонкодисперсные материалы, которые при затворении водой (или водными растворами) образуют пластичное тесто, способное связывать в монолит каменные материалы и изделия и в процессе твердения превращаться в камень.

Строительные вяжущие вещества по составу подразделяются на:

- минеральные (неорганические);
- органические.

Минеральные вяжущие в зависимости от их способности твердеть (набирать прочность) в определенных условиях делят на воздушные и гидравлические.

Минеральные вяжущие вещества – порошкообразные (кроме жидкого стекла) тонкодисперсные вещества, образующие при смешивании с водой (затворении) или с растворами солей вязкопластичное и легкоформируемое тесто, способное в результате физико-химических процессов схватываться, затвердевать и превращаться в камневидное тело (искусственный камень). Свойства вяжущих определяются минералогическим составом, режимом термической обработки, тонкостью помола. В состав вяжущих входят сернокислый кальций, окись кальция, окись магния и их соединения, которые и обуславливают способность к твердению.

Различают следующие виды смесей на основе вяжущих веществ:

- **вяжущее** (например, гипсовое) *тесто* – смесь вяжущего (гипса) с водой;
- отвердевшее гипсовое тесто называют *гипсовый камень*;
- растворная смесь, состоящая из вяжущего, воды и песка, после затвердевания смеси образует *строительный раствор*;
- затвердевшую бетонную смесь, включающую в себя вяжущее, воду, песок и щебень (или гравий), называют бетоном.

Твердение минеральных вяжущих (по теории академика А.А. Байкова) – сложный физико-химический процесс, при котором в результате гидратации исходных соединений образуется пересыщенный раствор, происходит загустевание (схватывание) вяжущего теста и постепенное преобразование его в кристаллическое тело (искусственный камень). Процесс схватывания – это физико-химический процесс, при котором пластичная масса (тесто) становится вязкой, теряет свою подвижность, но еще не имеет прочности.

В зависимости от способности твердеть и сохранять прочность на воздухе или в воде минеральные вяжущие вещества делят на две группы:

- воздушные (твердеющие на воздухе);
- гидравлические;
- кислотостойкие;
- вяжущие автоклавного твердения.

По химическому составу их делят на группы:

- строительная известь;
- цементы;
- гипсовые вяжущие;
- смешанные вяжущие;
- магниевые вяжущие;
- жидкое (растворимое стекло).

Применение – готовят растворы для кладки стен, фундаментов, печей, труб, изготавливают искусственные безобжиговые изделия, бетон, железобетон, детали и конструкции из них.

9.1.1. Воздушные вяжущие вещества

Воздушные вяжущие вещества после смешивания с водой способны схватываться, твердеть, сохранять и повышать свою прочность только на воздухе; в воде они сильно размокают из-за высокой растворимости компонентов искусственного камня.

К воздушным вяжущим веществам относятся:

- карбонатные вяжущие (воздушная известь);
- гипсовые;
- магниевые вяжущие;
- жидкое стекло;
- кислотоупорный цемент.

Воздушная известь (ГОСТ 9179-77) – воздушное вяжущее вещество, полученное умеренным обжигом (не до спекания) при 1000-1200°C известняков, мела и других кальциево-карбонатных пород, содержащих до 6% глинистых примесей.

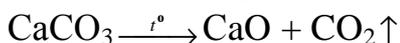
Виды воздушной извести:

- негашеная комовая;
- негашеная молотая (CaO);
- гашеная известь гидратная «пушонка» (CaOH)₂.

Сырьем для производства являются кальциево-магниево-горные породы: известняк, мел, доломитизированные и мергелистые известняки, доломиты. Независимо от вида сырья в его химический состав входят карбонат кальция CaCO₃ (не менее 85%), карбонат магния MgCO₃ (не более 7%) и глинистые вещества SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ (не более 6%).

Технология производства. Обжиг сырья производят в шахтных (рис. 17) или вращающихся печах (куски сырья обжигают размером от 40 до 120 мм в поперечнике шахтной печи, обжиг мелких фракций ведут во вращающихся печах).

При обжиге происходит разложение (диссоциация) известняка и получается известь по реакции:



Карбонат магния, присутствующий в известняке, также разлагается:



В процессе обжига удаляется углекислый газ, составляющий 44% массы известняка. Оставшиеся после обжига оксиды кальция и магния (CaO + MgO) являются активными составляющими полученного вяжущего вещества в виде пористых кусков белого цвета, называемого *комовой негашеной известью*.

Обожженная известь выходит из печи в виде кусков (комовая известь) пористой структуры – полуфабрикат, который можно измельчить (превратить в порошок) не только путем помола, но и гашением (действием на куски извести водой), при котором происходит взаимодействие активных окислов с водой, в результате которого образуются гидраты окислов и выделяется определенное количество тепла. Куски извести при этом рассыпаются в мельчайший порошок, как бы распушиваются («пушонка»).

Негашеная или молотая известь получается в результате тонкого помола комовой извести на шаровых мельницах.

Неравномерность обжига приводит к образованию в извести недожога или пережога. Недожог получается при низкой температуре обжига, что снижает качество извести из-за отсутствия вяжущих свойств. Пережог получается при очень высокой температуре обжига (зерна гасятся очень медленно и могут продолжать гаситься в затвердевшем растворе, вызывая растрескивание и разрушение материала).

Негашеная комовая известь имеет плотность 900-1100 кг/м³ и является полупродуктом. Для получения товарной продукции известь гасят или тонко измельчают.

Гашение извести. Реакция соединения извести с водой протекает очень энергично: выделяется тепло, резко повышается температура извес-

ти и воды, которая может закипеть, поэтому негашеную известь называют «кипелкой»: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Q}$ (реакция гидратации). При гашении куски комовой извести увеличиваются в объеме и распадаются на мельчайшие (до 0,001 мм) частицы.

В зависимости от количества взятой для гашения воды получают:

- гидратную известь («пушонку»);
- известковое тесто или известковое молоко.

Гидратная известь – «пушистый» белый порошок, состоящий из частиц гидроксида кальция. Для гашения берут 50...70% воды от массы извести. Плотность гидратной извести в рыхлом состоянии 400...450, в уплотненном – 500...700 кг/м³.

Известковое тесто – пластическая масса белого цвета плотностью 1400 кг/м³. Для гашения воды берут в три-четыре раза больше, чем извести. Объем теста в 2-3,5 раза превышает объем исходной извести-кипелки. Если объем извести увеличивается не менее чем в три раза, известь называют жирной, если не менее чем в 2,5 раза – тощей.

Известковое молоко. Для гашения в молоко берут большое количество воды – в 8..10 раз превышающее теоретически необходимое.

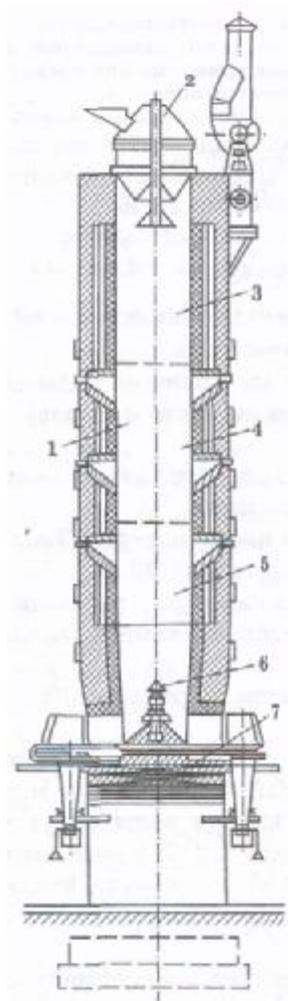


Рис. 17 . Шахтная печь для обжига извести:

- 1 — шахта; 2 — загрузочное устройство;
 3 — зона подогрева; 4 — зона обжига;
 5 — зона охлаждения; 6 — гребень для подачи воздуха;
 7 — механизм выгрузки обожженной извести

Свойства воздушной извести:

- – активность - процентное содержание оксидов ($\text{CaO} + \text{MgO}$);
- – количество непогасившихся зерен (недожог и пережог)
- время гашения.

Согласно ГОСТ 9179-77 комовую известь в зависимости от содержания активных $\text{CaO} + \text{MgO}$ и количества непогасившихся зерен подразделяют на три сорта:

- I сорт содержит активных оксидов не менее 90%, непогасившихся зерен до 7%;
- II сорт — соответственно не менее 80 и до 11%;
- III сорт — не менее 70 и до 14%.

По скорости гашения комовая известь бывает:

- быстрогасящаяся — время гашения до 8 мин.;
- среднегасящаяся — время гашения до 25 мин.;
- медленно гасящаяся — время гашения более 25 мин.

Чем выше активность извести, тем быстрее она гасится и тем больше выход известкового теста.

Степень измельчения (тонкость помола) — одна из основных характеристик вяжущего. Тонкость помола извести характеризуется остатками на ситах № 02 и № 008, которые должны составлять соответственно 1,5 и 15% от массы просеиваемой пробы.

Прочность воздушной извести стандартом не нормируется, однако не учитывать ее нельзя. Молотая негашеная известь через 28 суток твердения обеспечивает прочность 5 МПа, а пушонка и известковое тесто — 0,5-1 МПа.

Применение – в качестве связующего при изготовлении известковых красок, простых и сложных штукатурных и кладочных растворов с добавкой цемента, для получения силикатного кирпича, камней, блоков и смешанных цементов (известково-шлаковых, известково-пуццолановых), для кладки наземных сооружений и штукатурки.

При перевозке, хранении и применении воздушной извести необходимо выполнять правила техники безопасности, так как известь — довольно сильная щелочь: известковая пыль раздражающе действует на органы дыхания и влажную кожу.

Гипсовые вяжущие вещества

Гипсовые вяжущие вещества – тонкоизмельченные продукты, получаемые путем тепловой обработки природного гипсового камня, природного ангидрита, а также различных отходов химического производства, способные после затворения водой быстро схватываться, твердеть и превращаться в камень на воздухе (4-30 минут). Способность к твердению им придает серноокислый кальций.

Водопотребность гипсовых вяжущих изменяется от 30-40 до 60-70% в зависимости от условий обжига и дисперсности. Большая разница между водопотребностью и количеством воды, необходимым на гидратацию полугидрата (менее 20%), является причиной значительной пористости гипсового камня, достигающей до 50%. Пористость камня ниже, а прочность выше у вяжущего с меньшей водопотребностью.

Отличительными особенностями гипсовых вяжущих являются быстрое схватывание, твердение, увеличение объема при твердении на воздухе до 0,3% (это позволяет широко использовать гипс для отливки декоративно-художественных изделий сложной формы, а также применять его без заполнителей, не боясь растрескивания от усадки).

Недостатки гипсовых вяжущих – повышенная гигроскопичность, низкая водостойкость, значительные деформации под нагрузкой (ползучесть) влажного гипсового камня, коррозия стальной арматуры в гипсовых изделиях. Для повышения водостойкости гипсовых вяжущих при изготов-

лении вводят полимерные и гидрофобизирующие добавки, проводят интенсивное уплотнение смесей с пониженным водосодержанием.

Применение – при производстве гипсокартонных и гипсоволокнистых листов, гипсобетонных перегородочных панелей и блоков, декоративных и звукопоглощающих изделий, для приготовления штукатурных растворов для внутренних частей зданий, работающих при относительной влажности воздуха не более 60%, а также в качестве добавки к другим вяжущим (расширяющийся цемент, гипсоцементно-пуццолановое вяжущее).

Классификация гипсовых вяжущих

По тонкости помола, характеризуемой остатком на сите с отверстиями 0,2 мм массы пробы (%), взятой для просеивания, различают гипсовые вяжущие:

- грубого помола (группа I) — остаток не более 23%;
- среднего помола (группа II) — остаток не более 14%;
- тонкого помола (группа III) — остаток не более 2%.

По срокам схватывания различают три группы гипсовых вяжущих:

- быстротвердеющие (группа А) - начало схватывания не ранее чем через 2 мин, конец — не позднее чем через 15 мин.;
- нормально твердеющие (группа Б) - начало схватывания не ранее чем через 6 мин, конец — не позднее 30 мин.;
- медленно твердеющие (группа В) - с началом схватывания не ранее чем через 20 мин, конец схватывания для них не ограничен.

Для замедления схватывания гипсовое вяжущее затворяют водой с добавкой животного клея или органических клееподобных веществ, понижающих растворимость полугидрата.

Марочную прочность гипсовых вяжущих определяют после 2-х часов твердения образцов на воздухе. Образцы (балочки размером 4x4x16 см, изготовленные из теста стандартной консистенции) испытывают на изгиб, а их половинки — на сжатие. Стандартом предусмотрены 12 марок гипсовых вяжущих – от Г-2 до Г-25. Цифры в обозначении марки показывают минимальный предел прочности при сжатии в МПа. Для каждой марки регламентируется минимальная прочность при изгибе в пределах соответственно от 1,2 до 8 МПа. Строительный гипс соответствует гипсовым вяжущим невысоких марок по прочности Г-2...Г-7, а высокопрочный — высоких марок от Г-10 Г-25. Маркировка гипсового вяжущего содержит информацию о прочности, сроках схватывания и дисперсности.

В зависимости от вида сырья и принятой технологической схемы производства гипсовые вяжущие вещества делят на две группы:

- *низкообжиговые* (собственно гипсовые – строительный, формовочный и высокопрочный гипсы, изготовленные из природного гипсового камня)

- *высокообжиговые* (ангидритовые – ангидритовый цемент, изготовленный на основе природного ангидрида или обожженного при высокой температуре природного гипсового камня).

К низкообжиговым относят:

- строительный;
- высокопрочный;
- формовочный гипсы;

К высокообжиговым:

- ангидритовое вяжущее (ангидритовый цемент);
- высокообжиговый гипс (эстрихгипс).

Ангидритовый цемент изготавливают из природного гипса обжигом при температуре 600-700°C. Продукт обжига состоит преимущественно из нерастворимого ангидрита, не способного в обычных условиях схватываться или твердеть. Для придания ему вяжущих свойств при помолке вводят минеральные активизаторы твердения. Можно получать ангидритовый цемент без обжига помолом природного ангидрита с теми же добавками. В качестве активизаторов применяют гашеную или негашеную известь (2-5% массы ангидрита), обожженный доломит (3-8%), доменный шлак (10-15%). Высокообжиговый гипс получают обжигом природного гипса или ангидрита при 800-1000°C. В отличие от низкообжиговых гипсовых ангидритовые вяжущие имеют большую водостойкость и медленнее схватываются и твердеют: начало схватывания наступает не ранее чем через 30 мин, конец – не позднее чем через 12 ч. Марочную прочность контролируют в возрасте 28 суток.

Применение – при устройстве бесшовных полов и подготовки под линолеум, для приготовления штукатурных и кладочных растворов различных марок, для получения искусственного мрамора (отделочный ангидритовый цемент).

Из гипсовых вяжущих веществ основными являются:

- строительный;
- формовочный;
- ангидритовый гипсы.

Изделия на основе гипсовых вяжущих

Строительный гипс (устаревшее название – алебастр) получают при обжиге двухводного гипсового камня $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ путем его термической обработки (происходит частичная дегидратация двухводного гипса и превращение его в полуводный $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$) при температуре 170-200°C, проводимой в печах или варочных котлах, и последующего тонкого помола. Строительный гипс относится к быстротвердеющим вяжущим - начало схватывания 4-6 минут, а конец – 30 минут. Строительный гипс выпускается 3-х сортов: для I сорта тонкость помола должна быть не более 15%,

для II сорта – 20% и для III сорта – 30%. Предел прочности при сжатии соответственно 5,5 МПа, 4,5 МПа и 3,5 МПа.

Производство строительного гипса. Существует несколько технологических схем: помол сырья и последующая тепловая обработка; тепловая обработка камня и помол после обработки; помол и обжиг совмещены в одном аппарате.

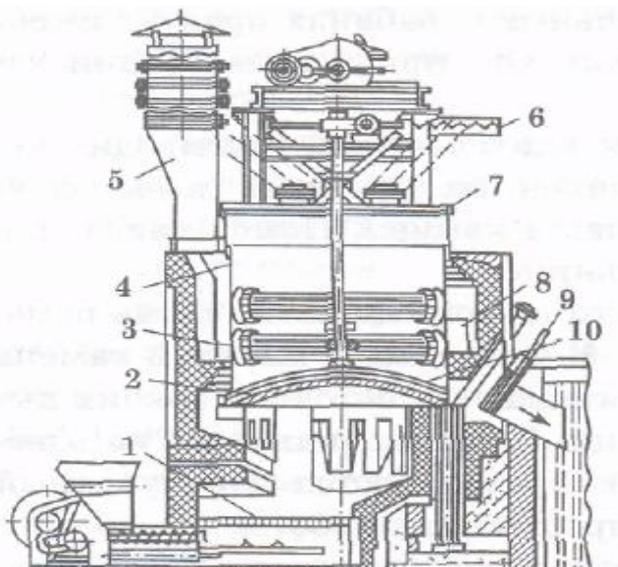


Рис.18 Гипсоварочный котел: 1 - топка; 2 - сферическое днище; 3 - жаровые трубы; 4 - стальной барабан; 5 - дымовая труба; 6 - винтовой конвейер; 7- крышка; 8 - кольцевые каналы; 9 - шибер; 10 - мешалка

Тепловую обработку гипсового камня можно проводить в варочных котлах, сушильных барабанах и мельницах. Наиболее простым и распространенным способом производства строительного гипса является тепловая обработка тонкомолотого сырья в гипсоварочном котле периодического действия, который представляет собой стальной барабан (емкость 12...15м³), футерованный огнеупорным кирпичом. Внутри котла находятся жаровые трубы и мешалка для перемешивания гипса.

Измельченный в мельнице порошок загружают через загрузочный люк в варочный котел. Топочные газы подогревают днище и стенки котла, проходят в жаровые трубы и попадают в дымовую трубу (продолжительность варки 1...3ч.); при этом двухводный гипс обезвоживается и превращается в полуводный гипс. При температуре 180°С происходит дегидратация гипсового камня:

Таким образом, строительный гипс состоит в основном из полуводного гипса. После окончания обжига гипс через выгрузочное устройство поступает в камеру томления и выдерживается в ней в течение

20...40 мин. для выравнивания состава (дегидратация неразложившегося природного гипса и переход в полугидрат).

Помол гипса после обжига производят в шаровой мельнице.

Производство гипсового вяжущего по совмещенной схеме помола и обжига происходит в мельницах. В мельницах гипсовый камень измельчается, мелкие частицы подхватываются потоком горячих дымовых газов, поступающих в мельницу. Частицы, находясь во взвешенном состоянии, обезвоживаются и превращаются в полуводный гипс. В мельницах обеспечивается непрерывность работы.

Основные свойства гипса:

- тонкость помола;
- водопотребность (нормальная густота);
- сроки схватывания;
- прочность.

Тонкость помола характеризуется остатком на сите № 02. Различают грубый, средний и тонкий помол вяжущего. Обозначают каждую группу индексами I, II и III:

- I – грубый помол, остаток на сите не более 23%
- II – средний помол, остаток на сите не более 14%
- III – тонкий помол, остаток на сите не более 2%.

Водопотребность гипса определяется количеством воды (в %), необходимой для получения теста заданной подвижности.

Реологические свойства теста оценивают в соответствии с методами его укладки в дело. Диаметр расплыва теста стандартной консистенции на вискозиметре Сутгарда (рис.19) должен быть равен (180 ± 5) мм. Нормальная густота гипсового теста требует 50...70% воды по массе вяжущего.

Строительный гипс является быстро схватывающимся и быстротвердеющим вяжущим веществом. Сроки схватывания определяют на приборе Вика по глубине погружения иглы в гипсовое тесто нормальной густоты. Согласно ГОСТ 125—79 различают следующие группы гипса в зависимости от сроков схватывания:

- А – быстросхватывающийся (начало схватывания не ранее 2 мин, окончание — не позднее 15 мин.);
- Б – нормально схватывающийся (начало схватывания не ранее 6 мин, окончание — не позднее 30 мин.);
- В – медленносхватывающийся (начало схватывания не ранее 20 мин., окончание не нормируется).

При схватывании и твердении гипс расширяется в объеме до 1%. Способность гипса расширяться позволяет применять его без заполнителей (в отличие от других вяжущих), не опасаясь растрескивания изделий от усадки.

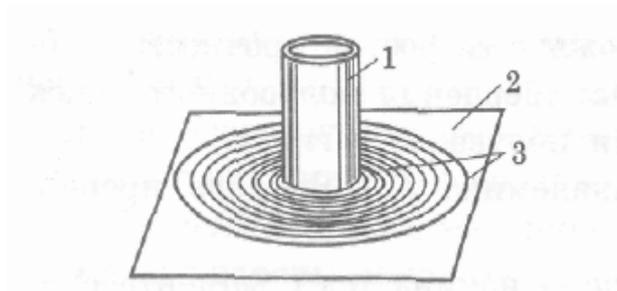


Рис. 19 . Вискозиметр Суттарда:
1 - цилиндр; 2 - стеклянная пластинка;
3 - концентрические окружности

Быстрое схватывание затрудняет работу с гипсом. В случае необходимости к гипсу добавляют замедлители схватывания в количестве 0,1...0,55% по массе гипса (животный клей, столярный клей, сульфитно-спиртовая барда и т.д.), при добавлении которых начало схватывания замедляется до 30 минут (прочность снижается до 10%).

В случае необходимости ускорения схватывания гипса к нему добавляют природный гипсовый камень или поваренную соль (1% гипса и 0,5% соли).

Прочность гипса характеризуется маркой (Г-2, Г-3, Г-4, Г-5, Г-6, Г-7, Г-10, Г-13, Г-16, Г-19, Г-22, Г-25), которую устанавливают по пределу прочности при сжатии образцов-балочек размером 40x40x160 мм, изготовленных из теста нормальной густоты и испытанных через 2 ч после затвердения гипса водой. Балочки испытывают на изгиб до разрушения, а полученные полубалочки испытывают на сжатие. Предел прочности при изгибе соответствующих марок меняется от 1,2 до 8,0 МПа.

Условное обозначение гипсового вяжущего характеризует его основные свойства. Например, гипсовое вяжущее Г-5 БП: нормальнотвердеющее (Б), среднего помола (П), прочность при сжатии не менее 5МПа.

Свойства строительного гипса:

- белый или светло-серый порошок;
- истинная плотность 2,6...2,75 г/см³;
- средняя плотность в рыхлом состоянии 800...1100 кг/м³, в уплотненном – 1250...1450 кг/м³;
- неводостойкий, поэтому прочность гипсовых изделий при увлажнении снижается на 40...60% (их следует применять в помещениях с относительной влажностью воздуха до 60%);
- гигроскопичный.

Применение – для изготовления перегородочных плит и панелей, вентиляционных коробов, гипсокартонных листов (сухая штукатурка), акустических плит, приготовления гипсовых и известково-гипсовых штукатурных растворов, различных архитектурно-декоративных деталей методом отливки.

При транспортировании и хранении гипсовые вяжущие должны быть защищены от увлажнения и загрязнения.

Высокопрочный гипс – разновидность строительного. Отличается от строительного гипса способом тепловой обработки, которую проводят путём содержания двуводного гипса в автоклаве под давлением пара 0,13 МПа при 124°С в течение 5 часов с последующей сушкой и измельчением в порошок. В результате образуются более крупные кристаллы, обуславливающие высокие прочностные характеристики и меньшую водопотребность. Нормальная плотность 40-45%, прочность при сжатии не менее 25-30 МПа. Сроки схватывания сходны с таковыми у строительного гипса.

Применение – в металлургической промышленности для изготовления форм, а также применяют для изготовления архитектурных деталей и строительных изделий повышенной прочности.

Формовочный гипс от строительного отличается более тонким помолом и более высокой прочностью (сроки схватывания формовочного гипса должно быть не менее 30 мин.).

Применение - для скульптурных и лепных работ, изготовления форм для керамической промышленности.

Ангидритовый гипс получают при обжиге двуводного гипсового камня при температуре 600-700°С и последующим помолом с добавлением извести и шлака и других активизаторов твердения. По пределу прочности на сжатие (МПа) выпускают четырех марок: 5, 10, 15, 20.

Применение – для кладки и оштукатуривания внутренних стен и изготовления художественных изделий.

Более водостойкими гипсовыми вяжущими являются полимергипс и гипсоцементно-пуццолановые вяжущие.

Полимергипс в отличие от строительного гипса имеет высокую прочность на сжатие – 30 МПа и большую водостойкость; получают его при смешивании строительного гипса с фенольно-фурфурольной смолой (17-20 %).

Применение – в производстве облицовочных плиток, а также для отделочных работ в помещениях с повышенной относительной влажностью воздуха.

Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие получают на основе полуводного гипса (40-60%), портландцемента (20-25%) и трепела (10-25%).

Магнезиальные вяжущие вещества

Магнезиальные вяжущие вещества – воздушные вяжущие в виде тонкомолотого порошка, содержащего оксид магния, благодаря которому порошок, затворенный водными растворами хлористого или сернистого магния, приобретает свойства вяжущего. Он характеризуется высокой прочностью на сжатие – 300-600 кгс/см².

Сырьем для их производства служат горные породы осадочного происхождения или искусственно приготовленные смеси, содержащие минералы, которые обуславливают физико-химическую активность процесса твердения. Получают минеральные вяжущие вещества обжигом сырья - магнезита ($MgCO_3$) или доломита ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) не до спекания или до спекания при относительно низкой или высокой температуре (140-170°C, 600-1480°C) и последующим тонким помолом продукта обжига. Продукт обжига соответственно называется каустическим магнезитом или каустическим доломитом. Магнезиальные вяжущие хорошо сцепляются с древесными, асбестовыми и другими волокнами и применяются для получения теплоизоляционных материалов (фибrolит), устройства теплых полов (ксилолит).

К магнезиальным вяжущим относятся каустический магнезит и каустический доломит ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$). Каустический магнезит (MgO) (ГОСТ 1216-75) получают путем обжига магнезита при 700...800°C и последующего тонкого помола. При обжиге магнезит разлагается: $MgCO_3 = MgO + CO_2 \uparrow$.

Углекислый газ удаляется из печи естественной или искусственной тягой. Готовое вяжущее упаковывают в металлические барабаны.

Каустический доломит получают путем обжига при 650-750°C и последующего тонкого помола. При обжиге доломит разлагается: $MgCO_3 \cdot CaCO_3 = MgO + CO_2 + CaCO_3$.

Углекислый кальций при этом не разлагается, а остается в инертном виде как балласт, поэтому каустический доломит по качеству уступает каустическому магнезиту.

Свойства магнезиальных вяжущих веществ:

- их затворяют не водой, а водными растворами хлористого магния $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ или сернокислого магния;
- твердеют только при положительной температуре более +12°C и сравнительно быстро (начало схватывания не ранее 20 мин, окончание — не позднее 6 ч.);
- у каустического доломита сроки схватывания растянуты (начало схватывания через 3-10ч, окончание — через 8-20 ч.);
- хорошо сцепляются с органическими заполнителями (древесными опилками и стружками), придавая им повышенную стойкость против загнивания, возгорания и истирания;
- являются очень гигроскопичными, неводостойкими материалами, поэтому в настоящее время имеют ограниченное применение.

Применение: для изготовления ксилолита (магнезиально-опилочный материал для полов), фибrolита (теплоизоляционный материал), штукатурных растворов, искусственного мрамора.

Жидкое стекло

Сырьем для производства жидкого стекла служат чистый кварцевый песок, кальцинированная сода Na_2CO_3 или сернокислый натрий Na_2SO_4 , реже вторым компонентом является поташ K_2CO_3 .

Подготовленную сырьевую смесь сплавляют в стекловаренных печах при температуре 1300-1400°C в течение 7-10 ч, затем стекломассу быстро охлаждают и она твердеет, распадается на куски (силикат-глыбы). Последние растворяют до жидкого состояния паром (в автоклаве) высокого давления 0,5-0,6 МПа при 150°C. Этот вязкий раствор и называют жидким стеклом (или натриевый силикат $\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2$ или калиевый силикат $\text{K}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2$).

Качество жидкого стекла характеризуется показателями – модулем и плотностью. Модуль стекла – это отношение количества оксида кремния к оксиду металла. Чем больше модуль, тем выше качество стекла. Для строительных целей используют чаще натриевое стекло модулем 2,5...3,0, калиевое – модулем 3...4 применяют реже.

Свойства:

- плотность 1300...1500 кг/м³;
- твердение происходит только на воздухе вследствие высыхания и выделения аморфного кремнезема $n\text{SiO}_2$. Процесс твердения можно ускорить, добавив катализатор – кремнефтористый натрий.

Применение: в строительстве – для получения силикатных огнезащитных красок, для защиты природных каменных материалов от выветривания, для уплотнения (силикатизации) грунтов, для получения кислотоупорного цемента и бетона.

Кислотоупорный цемент – продукт тонкого совместного измельчения кварцевого песка (92-96% массы смеси) и кремнефтористого натрия Na_2SiF_6 (4-8%). Этот порошок цементом называют условно, так как вяжущими свойствами он не обладает. Затворяют его вяжущим материалом – жидким натриевым стеклом с модулем не ниже 2,65 и плотностью 1,38-1,42 г/см³. В качестве кислотоупорного наполнителя вместо кварцевого песка можно использовать кварцит, диабаз, андезит.

Твердение кислотоупорного цемента происходит достаточно быстро в воздушно-сухих условиях при температуре воздуха не менее +10°C: начало схватывания наступает в зависимости от количества кремнефтористого натрия через 20-60 мин., конец – не позднее 6 ч. Растворы и бетоны, приготовленные на кислотоупорном цементе, обладают высокой стойкостью к большинству минеральных и органических кислот, но теряют прочность в воде и разрушаются в едких щелочах. Предел прочности при сжатии стандартами не нормируется, но бетоны, изготовленные на этом цементе, имеют прочность при сжатии до 60 МПа.

Применение – для изготовления стойких к действию кислот замазок, растворов и бетонов, для футеровки химической аппаратуры, возведения башен, резервуаров и других сооружений химической промышленности.

Внимание! При работе с цементом, содержащим ядовитое вещество – кремнефтористый натрий, необходимо строго соблюдать правила техники безопасности, не допуская попадания порошка в дыхательные пути и на слизистые оболочки.

9.1.2. Гидравлические вяжущие вещества

Гидравлические вяжущие вещества - более сложные по составу, чем воздушные, вещества, затвердевающие и сохраняющие свою прочность не только на воздухе, но и в воде. После смешивания с водой способны схватываться, твердеть, сохранять и повышать свою прочность не только на воздухе, но и в воде. Они содержат сложные минералы, образующиеся при обжиге карбонатных пород или искусственных смесей: силикаты, алюминаты, ферриты кальция.

К гидравлическим веществам относятся:

- гидравлическая известь;
- портландцемент и его разновидности;
- специальные цементы.

В отдельную группу выделяют вяжущие вещества автоклавного твердения, быстро набирающие прочность только в автоклаве в среде насыщенного водяного пара при температуре 175-200°C и давлении 0,8-1,5 МПа. К ним относятся романцемент, глиноземистый и расширяющиеся цементы, гипсоцементно-пуццолановые, известково-кремнеземистые и известково-шлаковые вяжущие, нефелиновый цемент, хотя по существу эти вяжущие являются гидравлическими.

Число разновидностей гидравлических вяжущих постоянно растет благодаря использованию новых видов сырья и применения современных способов производства.

Сырьем для производства минеральных вяжущих являются различные горные породы, главным образом осадочного происхождения, и некоторые массовые побочные продукты металлургической, энергетической, химической и других отраслей промышленности. В больших объемах используются карбонатные (известняк, мел, доломит, мергель, магнезит), сульфатные (гипс, ангидрит), кремнеземистые (диатомит, трепел, опока), глинистые и высокоглиноземистые (бокситы) горные породы, а также промышленные отходы (доменные и другие металлургические шлаки, шлаки и зола от пылевидного сжигания твердого топлива, нефелинового шлама). При этом отпадает необходимость организации карьеров по добыче природного сырья, сокращаются расходы топлива и электроэнергии на

обжиг и помол, что в целом способствует охране природы и среды обитания человека.

Технологический процесс производства вяжущих состоит из следующих циклов – измельчение сырья до частиц примерно одного размера, тщательное смешение смеси для получения однородной композиции, обжиг сырья при высоких температурах (в результате физико-химических процессов в период обжига образуются новые соединения, способные взаимодействовать с водой и при этом твердеть, превращаясь в искусственный камень). Причём каждое вяжущее требует определенной температуры и продолжительности термической обработки. Высококачественные вяжущие (портландцемент и глиноземный цемент) получают обжигом при высоких температурах до частичного плавления (спекания) сырьевой смеси.

Чаще всего продукты обжига еще не являются готовым вяжущим. Для проявления вяжущих свойств их подвергают тонкому измельчению (помолу) в чистом виде или чаще совместно с добавками, вводимыми с целью регулирования технологических свойств теста вяжущего и эксплуатационных свойств искусственного камня, а также облегчения помола и удешевления. Чем выше тонкость помола, тем быстрее и полнее пройдут процессы химического взаимодействия вяжущего с водой.

Минеральные вяжущие обычно приводят в рабочее состояние путем смешивания с водой (затворения). Иногда (например, в случае с магнезиевыми вяжущими) затворение производят водными растворами солей. Переход теста в искусственный камень происходит в результате затвердевания – сложных процессов, сопровождающих химическое взаимодействие вяжущего с водой с выделением теплоты (экзотермический процесс).

Применение – в сухих и влажных условиях, где требуется высокая прочность и там, где нельзя применять воздушные вяжущие вещества. Их используют в кладочных и штукатурных растворах для наружных стен, фундаментов и получения бетона, железобетона, асбестоцементных и других изделий.

Гидравлическая известь (ГОСТ 9179-77) – продукт умеренного обжига (не до спекания) кальциево-магниевого карбонатных пород (мергелистых известняков) при температуре 900-1000°C, содержащих 6-20% глинистых и песчаных примесей, 2-5% углекислого магния и некоторые другие примеси. Для получения качественного продукта, необходимо применять мергелистые известняки с возможно более равномерным распределением глинистых и других включений.

Выпускается известь в виде кусков или порошка и содержит низкоосновные минералы и свободные окиси кальция и магния. Известно, что чем больше содержание свободного CaO, тем меньше у извести способность к гидравлическому твердению в зависимости от содержания окиси кальция известь бывает:

- сильногидравлическая (содержит активных CaO + MgO в пересчете на сухое вещество не менее 1 и не более 15%);
- слабогидравлическая (содержит активных CaO + MgO в пересчете на сухое вещество не менее 15 и не более 60%).

Смоченная водой гидравлическая известь гасится и рассыпается в порошок, а залитая водой образует пластичное тесто, которое не следует хранить более суток во избежание затвердения.

Негашеная гидравлическая известь – порошок желтоватого цвета, истинная плотность которого составляет 2,2-3,0 г/см³, средняя плотность в рыхлом состоянии 500-800 кг/м³, в уплотненном – соответственно 850-1100 кг/м³. Тонкость помола характеризуется остатком на ситах № 02 и 008 соответственно 1 и 10%. Предел прочности при сжатии определяют на образцах в возрасте 28 суток комбинированного твердения (7 суток при влажном воздухе и 21 сутки – в воде). Для слабогидравлической извести предел прочности при сжатии не менее 2 МПа, для сильногидравлической – не менее 5 МПа.

Преимуществом молотой негашеной извести перед гашеной является более быстрое схватывание и твердение.

Применение - для приготовления штукатурных и кладочных растворов, предназначенных для сухой и влажной среды, бетонов низких марок. Эта известь дает более прочный раствор, но менее пластичный по сравнению с воздушной известью.

Гидравлическую известь следует хранить в сухих закрытых помещениях. Транспортировку на место строительных работ осуществляют в цементовозах, контейнерах или бумажных битуминизированных мешках.

Цементы – общее название большой группы минеральных вяжущих веществ, которые, за исключением некоторых специальных видов, обладают гидравлическими свойствами. Нормируются показатели минералогического состава (минеральных вяжущих), степени дисперсности, прочности на сжатие и соответствия марке, водостойкости и коррозионной устойчивости, а также сроки схватывания.

Перспективным направлением развития номенклатуры вяжущих является применение композиций с полимерными добавками (смола, эмульсий), что повышает прочность и сопротивляемость действию агрессивных сред.

Романцемент, в отличие от гидравлической извести, не содержит свободной окиси кальция и магния, обладает невысокой прочностью.

Портландцемент (сокращенное наименование, предусмотренное стандартом, ПЦ) (ГОСТ 10178-85) – наиболее распространённое в мире гидравлическое вяжущее вещество – порошкообразный продукт тонкого измельчения портландцементного клинкера (для замедления схватывания цемента добавляют гипс – 3-5%), который получают путем обжига до спекания природного сырья или искусственной сырьевой смеси определенно-

го состава, обеспечивающей в цементе преобладание силикатов кальция. Он имеет серо-зеленый цвет, среднюю плотностью в рыхлом состоянии – 1000-1100 кг/м³, в уплотненном – 1400-1700 кг/м³, истинная плотность – 3,05-3,15 г/см³. Название «портландцемент» связано с географическим названием полуострова Портланд на юге Великобритании.

Портландцемент – наиболее совершенный вид гидравлических вяжущих, необходимый для получения бетона, железобетонных конструкций, высококачественных растворов для каменных кладок и штукатурок. Его свойства формируют клинкерные минералы – $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$; $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$; $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$; $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$, которые образуются при обжиге сырьевой смеси до спекания при температуре 1450-1480°C и при твердении создают прочный искусственный камень. При обжиге материал частично плавится и спекается, происходит химическое взаимодействие между его составляющими с образованием силикатов и алюминатов кальция; свободной окиси кальция не остается. Образовавшиеся в результате обжига твердые камнеподобные куски (цементный клинкер) размалывают в шаровых мельницах и получают цемент. Для регулирования сроков схватывания при помоле клинкера всегда добавляется небольшое количество двуводного гипса (3,5-5% по массе цемента) и активные минеральные добавки (до 15% по массе цемента). Для регулирования сроков схватывания цемента при помоле клинкера добавляют до 3,5% гипса по массе цемента. Для получения специальных свойств портландцемента вводят активные минеральные добавки.

Марки портландцемента: 250, 300, 400, 250, 500, 600, 900, 1000.

Недостатки портландцемента – склонность цементного камня к коррозии под действием агрессивных сред - пресных и минерализованных вод, содержащих минеральные кислоты, соли (особенно опасна сульфатная коррозия).

Разновидности портландцемента:

- пластифицированный;
- гидрофобный;
- быстротвердеющий;
- сульфатостойкий и др.

Портландцемент и свойства его компонентов

Портландцемент – важнейшее и наиболее распространенное гидравлическое вяжущее вещество, для которого основным сырьем для производства служит известняк (мел) и глина, подобранные в соотношении примерно 3:1 (в весовых частях).

Свойства цемента определяются в основном его химическим, минералогическим составом. Портландцементный клинкер имеет следующий минералогический состав:

- рехальциевый силикат (алит) $3\text{CaO}\cdot\text{S}\cdot\text{O}_2$ 40-65%;
- двухкальциевый силикат (белит) $2\text{CaO}\cdot\text{S}\cdot\text{O}_2$ 15-40%;

- трехкальциевый алюминат $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 5–15%;
- четырехкальциевый алюмоферрит $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ 5- 15%;
- окись кальция до 1%.

Трехкальциевый силикат – основной минерал ПЩ клинкера; он быстро твердеет и при этом набирает высокую прочность. Поэтому высокое содержание алита имеет важное значение для качества цемента. Высокомарочные и быстротвердеющие цементы должны содержать большое количество алита.

Двухкальциевый силикат – второй по важности и содержанию минерал клинкера; твердеет и набирает прочность очень медленно, но в течение нескольких лет в благоприятных условиях прочность его постоянно возрастает.

Суммарное содержание алита и белита в клинкере портландцемента может достигать до 80%, что дает основание называть его силикатным цементом.

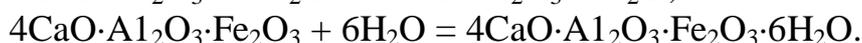
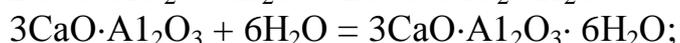
Трехкальциевый алюминат – самый активный из клинкерных материалов; твердеет он очень быстро, но продукт его гидратации имеет повышенную пористость, низкую прочность и долговечность.

Четырехкальциевый алюмоферрит по скорости твердения и прочности занимает промежуточное положение между алитом и белитом но не обладает высокой прочностью.

Таким образом, изменяя количественное содержание клинкерных минералов, можно изменять определенные свойства цемента.

Твердение портландцемента после смешивания его с водой — сложный физико-химический процесс. Образовавшееся пластичное цементное тесто через несколько часов начинает загустевать (схватываться), а затем твердеть с постепенным нарастанием механической прочности цементного камня. Процесс твердения цементного камня продолжается несколько лет и его можно разделить на три периода.

Первый период – взаимодействие клинкерных материалов с водой с образованием гидратных соединений по реакциям:



Второй период — коллоидационный. Из-за низкой растворимости гидратных соединений раствор оказывается перенасыщенным, и они начинают выделяться в коллоидном состоянии. При сближении между коллоидными частичками проявляются силы межмолекулярного взаимодействия, цементное тесто теряет подвижность, начинается его схватывание.

Третий период — кристаллизационный. В это время гидрат окиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и трехкальциевый гидроалюминат $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ из коллоидного состояния переходят в кристаллическое. Кристаллы сраста-

ются между собой, образуя прочный кристаллический сросток, пронизывающий коллоидную массу, состоящую главным образом из двухкальциевого гидросиликата $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Со временем прочность кристаллического сростка увеличивается, так как из него постепенно удаляется вода, поэтому прочность цементного камня спустя несколько лет в несколько раз превышает марочную.

Производство портландцемента. Природным сырьем, пригодным для получения портландцемента, являются известняковые мергели, известняки, мел, ракушечник, известняковый туф и глинистые горные породы, которые должны содержать около 75-78% известняка и 22-25% глины.

В зависимости от способа подготовки сырьевой смеси различают следующие способы производства портландцемента:

- мокрый;
- сухой;
- комбинированный.

Мокрый способ производства портландцемента (рис.20). Сырьевые материалы, доставляемые из карьера на завод в кусках, подвергают предварительному измельчению (до размеров не более 5 мм): твердые породы измельчают в дробилках, шаровых мельницах, более мелкие (глина, мел) перемешивают в бассейнах (болтушки с водой). После измельчения сметанообразная смесь известняка, глины и воды в виде шлама насосами подается в коррекционные шламбассейны (стальные или железобетонные резервуары цилиндрической формы), где окончательно корректируется химический состав шлама. Затем шлам перекачивают в горизонтальные шламбассейны большей емкости, в которых создается запас шлама на 3...4 суток для бесперебойной работы печей. Из бассейнов шлам равномерно подается на обжиг во вращающуюся печь – длинный стальной цилиндр, внутри футерованный огнеупорным материалом. Длина печи 150...185 м, диаметр до 5 м. Печь расположена под небольшим уклоном к горизонту (3...4°) и медленно вращается вокруг своей оси. Шлам загружают в верхней стороне печи, и он передвигается к нижнему ее концу. Горячие газы нагревают его до требуемой температуры, при этом в шламе протекают следующие физико-химические процессы: масса высыхает и образуются комья, затем выгорают органические вещества и начинается дегидратация — удаление химически связанной гидратной воды. При 800-1000°С происходит интенсивный процесс диссоциации карбоната кальция с образованием оксида кальция и углекислого кальция, который удаляется вместе с продуктами горения. Оксид кальция CaO вступает в химические реакции с оксидами глины.

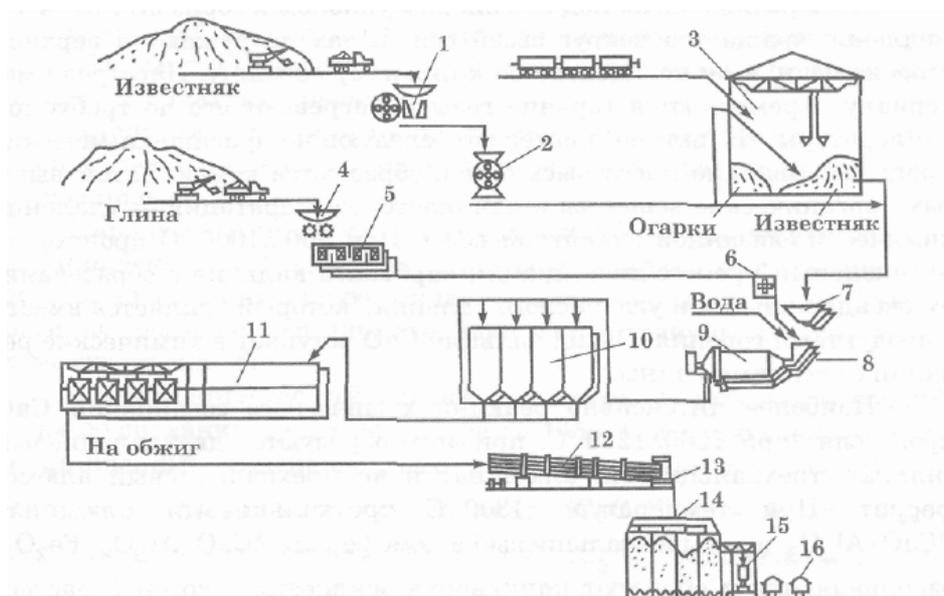


Рис. 20. Технологическая схема производства портландцемента мокрым способом:
 1 – шнековая дробилка; 2 – молотковая дробилка; 3 – объединенный склад; 4 – валковая дробилка; 5 – болтушки; 6 – ковшовый питатель; 7 – бункера сырьевых мельниц;
 8 – тарельчатые питатели; 9 – сырьевая мельница; 10 – коррекционные вертикальные шламбассейны; 11 – горизонтальные шламбассейны; 12 – вращающаяся печь;
 13 – холодильник; 14 – цементные силосы; 15 – упаковочная машина;
 16 – отгрузка цемента

Наиболее интенсивно реакции химического соединения CaO происходят при $1200-1250^\circ\text{C}$, при этом образуются двухкальциевый силикат, трехкальциевый алюминат и четырехкальциевый алюмоферрит. При температуре 1300°C трехкальциевый алюминат $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ и четырехкальциевый алюмоферрит $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ расплавляются и образуют клинкерную жидкость, в которой растворяются CaO и $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ с образованием трехкальциевого силиката $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, который кристаллизуется из расплава при 1450°C .

Трехкальциевый силикат - важнейший минерал клинкера. При понижении температуры до 1300°C жидкий расплав застывает, заканчивается процесс спекания.

Клинкер представляет собой зерна серовато-зеленого цвета, твердые, размером до 25 мм. Раскаленный клинкер поступает в холодильник, где охлаждается до $80-100^\circ\text{C}$ холодным воздухом, затем его отправляют на склад, где находится в течение 1-2 недель. За этот период снижается твердость зерен клинкера, что в дальнейшем облегчает помол. Клинкер размалывают совместно с гипсом и активными минеральными добавками в трубных шаровых мельницах. Готовый цемент направляется в силосы на 2 недели, а затем его упаковывают в бумажные мешки по 50 кг.

ГОСТ 10178-85 предусматривает выпуск трех видов портландцемента:

- ДО – без добавок;

- Д5 - 5% активных минеральных добавок;
- Д20 – свыше 5% добавок, но не более 20%.

Мокрым способом перерабатывают мягкое сырье с повышенной влажностью (мел, глина). Этот способ отличается в худшую сторону высокой энергоемкостью обжига, связанной с испарением содержащейся в шламе воды.

Сухой способ производства портландцемента применяют в случае, если сырье имеет невысокую влажность 8-10%. Технологические операции не меняются, однако производство сухим способом проще, экономичнее, чем мокрым из-за отсутствия процесса образования шлама. Кроме того, можно совместить помол и подсушку сырья.

Сырьевые материалы дробят, сушат, измельчают. Получаемый в результате порошок (сырьевая мука) должен иметь остаточную влажность не более 2%. Сухой порошок гранулируют или формуют в брикеты. Гранулы обжигают в циклонных теплообменниках, вращающихся печах, брикеты – в шахтных печах.

Сухой способ экономичнее и особенно выгоден при использовании однородного сырья с невысокой естественной влажностью.

После помола цемент хранят в силосах — металлических или железобетонных емкостях цилиндрической формы диаметром 10-15 м и высотой 25-30 м. Во время хранения цемент постепенно остывает после помола; свободный оксид кальция гасится влагой, содержащейся в воздухе. Потребителям цемент отправляют в защищенном от увлажнения виде либо навалом в автоцементовозах, крытых железнодорожных вагонах, либо упакованным в многослойные бумажные или полиэтиленовые мешки.

Комбинированный способ: подготовку сырья осуществляют по схеме мокрого способа, затем полученную жидкую сметанообразную массу (шлам) частично обезвоживают, готовят из нее гранулы и обжигают по схеме сухого способа.

Отличительной особенностью портландцемента является то, что он имеет относительно постоянный химический и минералогический состав, обуславливающий стабильные физико-механические свойства.

При твердении цемента на воздухе за счёт кристаллизации и коллоидизации повышается прочность цементного камня и выделяется тепло. В первые 3-7 суток прочность нарастает довольно быстро (70%), затем в интервале 7-28 суток — рост прочности замедляется (30%). Через 28 суток наступает марочная прочность (100%). В дальнейшем повышение прочности относительно невелико, но может продолжаться в течение многих лет, особенно во влажной и теплой среде.

Свойства портландцемента:

- истинная и насыпная плотность;
- тонкость помола;

- водопотребность;
- сроки схватывания;
- равномерность изменения объема;
- прочность.

Истинная плотность портландцемента составляет 3,05-3,15 г/см³.

Насыпная плотность в зависимости от степени уплотнения равняется: в рыхлонасыпном состоянии – 1,1 г/см³, в уплотненном – 1,5-1,6 г/см³.

Тонкость помола влияет на скорость схватывания. Чем тоньше измельчен цементный клинкер, тем быстрее и полнее протекает взаимодействие цемента с водой и тем выше будет его прочность. С повышением дисперсности цемента возрастает скорость твердения, полнота использования вяжущего, а также прочность искусственного камня.

Тонкость помола можно определить двумя способами:

§ ситовым анализом;

§ определением его удельной поверхности.

Удельная поверхность – это величина поверхности зерен (в см²) в 1 г цемента. Остаток на сите № 008 составляет не более 15%. Удельная поверхность должна быть 2500...3000 см²/г.

Водопотребность и нормальная густота.

Водопотребность – то количество воды (в %), которое необходимо ввести в цемент для получения теста нормальной густоты (затворения). Водопотребность портландцемента находится в пределах 22-26% в зависимости от минерального состава и тонкости помола. Определение нормальной густоты производят с помощью прибора Вика (рис.21).

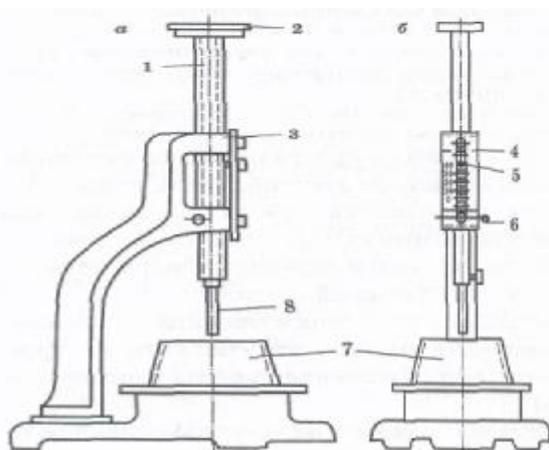


Рис. 21. Прибор Вика: а — вид сбоку; б — вид спереди; 1 — стержень с грузом; 2 — дополнительный груз; 3 — обойма; 4 — шкала; 5 — указатель; 6 — зажимный винт; 7 — кольцо для цементного теста; 8 — пестик

Нормальной густотой теста является такая его консистенция, при которой пестик прибора, погружаясь в кольцо, заполненное тестом, не доходит до дна кольца на 5-7 мм. Нормальная густота цементного теста составляет 24-28% от массы цемента.

Сроки схватывания. Начало схватывания согласно ГОСТу не ранее 45 мин (обычно наступает через 1-2ч). Окончание схватывания не позднее 10ч от начала затворения (обычно через 4-6 ч). Начало и конец характеризуют быстроту нарастания пластической прочности цементного теста. Окончание твердения – через 28 суток.

Равномерность изменения объема цемента – показатель, характеризующий его доброкачественность. Твердение цемента сопровождается объемными деформациями: на воздухе происходит усадка, в воде — набухание. Важно, чтобы изменения объема были равномерными. Причиной неравномерного изменения объема являются местные деформации, вызванные гидратацией с увеличением объема свободных СаО и МО в виде пережога. Это свойство определяется на образцах-лепешках, которые не должны искривляться или растрескиваться после кипячения в воде и выдерживании над паром, до испытания лепешки одни сутки твердеют во влажном воздухе. При неравномерном изменении объема снижается не только предел прочности, но и разрушается цементный камень.

Цемент, не выдержавший испытание на равномерность изменения объема, нельзя применять в строительстве.

Тепловыделение при твердении. Взаимодействие цемента с водой сопровождается выделением большого количества теплоты в течение длительного времени; заметного повышения температуры твердеющей смеси обычно не происходит. Но при возведении массивных бетонных конструкций (фундаменты, толстые стены, плотины) потери теплоты в окружающее пространство незначительны по сравнению с общим количеством выделяющейся теплоты и возможен разогрев бетона внутренней части конструкции до 60⁰С и более, что может вызвать его растрескивание. С другой стороны, при бетонировании в холодное время года повышенное тепловыделение способствует поддержанию положительной температуры бетона. Кроме того, тепловыделение и его скорость зависят от минерального состава и тонкости помола цемента. Трехкальциевый алюминат и алит обладают высокой экзотермией и выделяют много теплоты в ранние сроки твердения. Белит характеризуется низкой экзотермией и выделяет тепло очень медленно. Тепловыделение ускоряется при повышении тонкости помола цемента.

Прочность характеризуется маркой, которую устанавливают по пределу прочности при изгибе образцов-балочек размером 40x40x160 мм и при сжатии их половинок, изготовленных из цементно-песчаного раствора нормальной консистенции состава 1:3 (по массе) на стандартном песке и испытанных через 28 суток. Первые сутки после изготовления образцы

твердеют в форме во влажном воздухе, последующие 27 суток – без формы в воде комнатной температуры. Через 28 суток балочки испытывают на изгиб, а образовавшиеся половинки – на сжатие. Предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток называют *активностью цемента*. Согласно ГОСТ 10178–85 портландцемент имеет следующие марки: М400, 500, 550, 600. В целях унификации требований российских и европейских стандартов вводится деление цемента по прочности на классы (МПа): 22,5; 32,5; 42,5; 52,5.

Условное обозначение портландцемента должно состоять из:

- наименования вида цемента — портландцемент (ПЦ);
- марки цемента;
- содержания добавок;
- обозначения стандарта.

Например, ПЦ-400Д20 ГОСТ 10178-5 – портландцемент марки 400, добавок 20%.

Химическая стойкость цементного камня определяется скоростью и глубиной коррозионных процессов, вызванных действием агрессивных веществ на его составляющие, главным образом на $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и гидроалюминат кальция $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot6\text{H}_2\text{O}$. Агрессивные жидкости и газы проникают в цементный камень благодаря развитой системе сообщающихся капиллярных пор.

Коррозия цементного камня. Коррозия портландцемента (в бетонах и растворах) происходит под действием агрессивной среды, создаваемой различными жидкостями и газами. На практике обычно одновременно протекает несколько видов коррозии.

Различают три основных вида коррозии цементного камня:

Коррозия первого вида возникает в результате воздействия пресных вод на цементный камень путём растворения и вымывания выделяющейся при твердении портландцемента $\text{Ca}(\text{OH})_2$, которая больше растворяется в воде по сравнению с другими продуктами гидратации и разлагает другие гидраты, вследствие чего бетоны становятся более пористыми и постепенно разрушаются.

Коррозия второго вида – процессы, происходящие под действием вод, содержащих химические вещества (соли), вступающие в обменные реакции с составными частями цементного камня. Например, коррозия бетона под действием углекислых вод (углекислота имеется во многих природных водах), сточных вод (в них часто содержится соляная кислота), разрушающих подземные бетонные конструкции (фундаменты и др.).

Коррозия третьего вида - процессы, связанные с образованием малорастворимых продуктов, которые постепенно накапливаются в капиллярах, порах и других пустотах цементного камня. По мере увеличения объема этих отложений, цементный камень сначала уплотняется, а затем на-

чинает разрушаться. Например, *сульфоалюминатная коррозия* – разрушение цементного камня под действием вод, в которых растворены соли сульфатов. В результате обменных реакций образуется труднорастворимый гидросульфалюминат кальция, так называемая «цементная бацилла» (названа из-за внешнего сходства игольчатых кристаллов гидросульфалюмината кальция с некоторыми бактериями), которая при кристаллизации увеличивается в объеме в 2,86 раза и разрушает цементный камень. Возможность сульфалюминатной коррозии необходимо учитывать при строительстве морских сооружений, возведении фундаментов и других подземных конструкций в районах с высоким содержанием сульфат-иона в грунтовых водах. *Магнезиальная коррозия* возникает при взаимодействии $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с магнезиальными солями, встречающимися в растворенном виде в грунтовых водах и содержащимися в морской воде в больших объемах. Для предотвращения коррозии цементных материалов нужно правильно выбирать вид цемента, изготавливать особо плотные растворы и бетоны и предохранять их от воздействия агрессивных жидкостей, создавая гидроизоляционные покрытия.

Меры борьбы с коррозией:

1. Обеспечение гидроизоляции (в этом случае вода не проникает внутрь цементного камня и разрушающих процессов не происходит);
2. Применение цементов определенного минералогического состава (сульфатостойкий цемент);
3. Введение активных минеральных добавок (пуццолановый и шлакопортландцемент);
4. Тщательное уплотнение бетонной смеси;
5. Применение защитных облицовок и покрытий – полимерными пленками, битумными обмазками, керамическими и стеклянными плитками, которые исключают воздействие агрессивной среды на конструкции.

Применение, транспортирование и хранение цементов. Благодаря универсальности, высокой прочности, способности сравнительно быстро твердеть на воздухе и в воде области применения портландцемента обширны и разнообразны. Применяют его при возведении бетонных и железобетонных конструкций, работающих в подземных, подводных и наземных условиях; для изготовления сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций для жилищного, промышленного, дорожного, сельского и других видов строительства. На основе ПЦ изготавливают бетоны различного вида, высокомарочные строительные растворы, теплоизоляционные материалы и т.д.

Не рекомендуется применять его для изготовления конструкций, подвергающихся действию воды морской, минерализованной или пресной – проточной или подаваемой под напором. В этих случаях следует

применять разновидности ПЦ: сульфатостойкий, портландцементы с активными минеральными добавками.

Транспортируют портландцемент в крытых или специальных железнодорожных вагонах и в автомобилях-цементовозах, приспособленных для механической разгрузки. Загружают цемент в такие емкости главным образом пневматическим способом. Перевозят портландцемент и в многослойных бумажных мешках, которые удобны при транспортировке.

ПЦ необходимо хранить в закрытых складах с плотной крышей, стенами и деревянным полом, возвышающимся над землей, защищенных от увлажнения и загрязнения. Но в любом случае даже в самых благоприятных условиях при длительном хранении активность цемента снижается в результате частичной гидратации и карбонизации цемента из-за его высокой гигроскопичности. Частицы с поверхности взаимодействуют с водой и слипаются, образуя комья. Снижение марочной прочности при продолжительном хранении составляет: за 3 месяца — 15-20%, через 6 месяцев — 20-30%, за год — до 40%. В большей степени снижают прочность тонкомолотые цементы.

Портландцемент и его разновидности

Портландский цемент, который является высококачественным и достаточно дорогим материалом, необходимо расходовать экономно, заменяя, где это возможно, более дешевыми вяжущими — известью, гипсовыми вяжущими, смешанными цементами

На основе ПЦ клинкера промышленность изготавливает многочисленные разновидности цементов, обладающих специальными, строительно-технологическими свойствами и используемых в самых различных целях. К таким цементам относятся: быстротвердеющий и гидрофобный, белый и сульфатостойкий и др.

Специальные цементы

Специальные цементы отличаются от портландцемента и его разновидностей видом исходного сырья, технологией производства, химическим и минералогическим составами, свойствами и областями применения. В эту группу гидравлических вяжущих входят глиноземистый, расширяющийся, безусадочные цементы и гипсоцементно-пуццолановое вяжущее вещество, напрягающий цемент.

Глиноземистый цемент (ГОСТ 969-77) по минералогическому составу и техническим свойствам отличается от портландцемента. Глиноземистый цемент — быстротвердеющее и высокопрочное гидравлическое вяжущее, получаемое обжигом и последующим тонким измельчением сырьевой смеси известняков CaCO_3 и бокситов (Al_2O_3) и состоящее преимущественно из алюминатов кальция (ГЦ часто называют алюминатным), придающих вяжущие свойства.

Сырьем для его производства служит смесь известняка или извести и пород с высоким содержанием гидрата глинозема $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, чаще бокси-

тов. Сырье обжигают до плавления в электрических дуговых или доменных печах при температуре более 1500°C или реже до спекания при 1200-1300°C во вращающихся печах. В процессе твердения, протекающего аналогично твердению ПЦ, образуется высокопрочное вещество двухкальциевый гидроалюминат $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ в кристаллической форме и гелевидная масса гидроксида алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Полученный продукт после охлаждения размалывают в порошок. Тонкость помола глиноземистого цемента должна быть такой, чтобы остаток при просеве на сите с сеткой № 008 не превышал 10% массы пробы.

Вследствие высокой твердости помол сплава (клинкера) требует больших затрат электроэнергии, что является причиной, наряду с дефицитностью бокситового сырья, высокой стоимости и ограниченного производства глиноземистого цемента (он в 4-5 раз дороже портландцемента).

Химический состав ГЦ определяет быстрое твердение и другие свойства глиноземистого цемента. Уже в первые сутки твердения глиноземистый цемент набирает более 50% марочной прочности. При столь быстром твердении он обладает нормальными сроками схватывания: начало схватывания не ранее 30 мин., конец – не позднее 12 ч от начала затворения. Марки ГЦ, определяемые по результатам испытания образцов 3-х суточного возраста по прочности на сжатие: 400, 500 и 600. Портландцемент набирает такую прочность только через 28 суток нормального твердения.

Преимущества:

- ГЦ по сравнению с ПЦ дает искусственный камень, более плотный и более стойкий в большинстве агрессивных сред: в растворах сульфатов кальция и магния, в морской и болотной воде;
- после полного затвердения он может выдерживать нагрев до 900°C, поэтому его применяют для приготовления жаростойких бетонов, выдерживающих нагрев до 1200°C;
- коррозионно-стоек в сульфатных, морских и углекислых водах.

Недостатки:

- ГЦ обладает высокой экзотермией — тепловыделение при твердении в 1,5 раза больше тепловыделения портландцемента, поэтому применять его для бетонирования массивных конструкций не рекомендуется;
- смешивать глиноземистый цемент с известью или портландцементом нельзя, так как кроме снижения его прочности, может произойти разрушение этого смешанного вяжущего под действием щелочей при твердении;
- широкое применение ограничивается его высокой стоимостью (он в 4 раза дороже портландцемента).

Применение – в специальных сооружениях, для изготовления быстротвердеющих и жаростойких бетонов и строительных растворов, при ава-

рийно-ремонтных и монтажных работах, а также зимнем бетонировании, для изготовления расширяющегося и безусадочного цементов.

Расширяющиеся и безусадочные цементы (расширение 0,2...1,0%) – цементы, способные, в отличие от других видов цементов, обеспечить водонепроницаемость при заполнении швов между панелями, заделке трещин, гидроизоляции туннелей, стволов шахт и других работах. Кроме того, эти цементы отличаются способностью при твердении во влажных условиях незначительно расширяться или не давать усадки при твердении на воздухе.

Расширяющиеся цементы

Твердение большинства гидравлических вяжущих на воздухе сопровождается усадкой (уменьшение линейных размеров и объема), способной привести к растрескиванию бетона или раствора, особенно в протяженных монолитных конструкциях. Эту проблему могут решить расширяющиеся, водонепроницаемые и напрягающие цементы, которые расширяются или хотя бы не дают усадки в начальный период твердения. Из них можно получить практически непроницаемый бетон.

Расширяющиеся цементы – смешанные вяжущие, состоящие из глиноземистого или ПЩ и компонентов, обеспечивающих образование такого количества гидросульфоалюмината кальция, которое необходимо для получения эффекта расширения. Наиболее широко используются:

- гипсоглиноземистый расширяющийся цемент;
- расширяющийся портландцемент.

Гипсоглиноземистый расширяющийся цемент получают, измельчая совместно высокоглиноземистый клинкер (сплав) 70% и природный гипс (30%). Сроки схватывания цемента удобны для строительных работ: начало должно быть не ранее 20 мин., конец — не позднее 4 ч. Прочность стандартных растворных образцов после трех суток твердения составляет не менее 28 МПа. Расширение проявляется только при твердении в воде; набухание через трое суток твердения находится в пределах 0,1-0,7%.

Расширяющийся портландцемент (РПЩ) получают совместным помолом портландцементного клинкера (60-65%), высокоглиноземистого доменного шлака или глиноземистого клинкера (5-7%), двуводного гипса (7-10%) и активной минеральной добавки – диатомита или трепела (20-25%). Введение последних ускоряет образование гидросульфоалюмината кальция до схватывания цементного теста и обеспечивает расширение твердеющей системы в пластическом состоянии без возникновения опасных внутренних напряжений.

Отличительные особенности:

- РПЩ отличается более быстрым нарастанием прочности, чем ПЩ, особенно при кратковременном пропаривании, высокой плотностью и водонепроницаемостью цементного камня — до 1,2 МПа и более;

- РПЦ расширяется при твердении в воде и на воздухе при постоянном увлажнении в первые трое суток. Расширение в суточном возрасте составляет 0,2 ... 1,0%.

Выпускают три вида расширяющихся цементов:

- водонепроницаемый расширяющийся цемент;
- гипсоглиноземистый расширяющийся цемент;
- безусадочный цемент.

Водонепроницаемый расширяющийся цемент (ВРЦ) — быстросхватывающийся и быстротвердеющий цемент, изготовленный совместным помолом глиноземистого цемента 70-76%, гипса – 20-22% и высокоосновного гидроалюмината кальция. Является гидравлическим вяжущим; сроки схватывания: начало схватывания не ранее 4 мин., окончание - не позднее 12 мин. Приобретает марочную прочность 500 через 28 суток, но уже через 6 ч. твердения набирает прочность не менее 7,5 МПа. Отличается высокой плотностью, водонепроницаемостью, пониженной морозостойкостью и может применяться только при положительных температурах для зачеканки и гидроизоляции тубингов, раструбных соединений, создания гидроизоляционных покрытий, заделки трещин и стыков в железобетонных конструкциях и т.д.

ПЦ и его разновидности имеют существенный недостаток – они медленно схватываются и медленно твердеют. Гипсовые вяжущие, наоборот, быстро схватываются и быстро твердеют, но обладают низкой водостойкостью. В 60-е годы профессором А.В. Волженским было предложено смешанное вяжущее, обладающее достоинствами гипса и цемента – быстрым ростом прочности, характерным для полуводного гипса, и способностью твердеть во влажных условиях подобно гидравлическим цементам – гипсоцементно-пуццолановое вяжущее (ГЦПВ).

Гипсоцементно-пуццолановое вяжущее (ГЦПВ) – продукт тщательного мешивания гипсового вяжущего – полуводного гипса (50-75%), портландцемента или шлакопортландцемента (15-25%) и активной минеральной добавки – трепел, диатомит, опоку (10-25%). Введение активной минеральной добавки обязательно. При твердении смеси гипса с цементом (без добавки) образуется камень, который может постепенно разрушиться вследствие образования гидросульфатоалюмината кальция («цементной бациллы») со значительным увеличением объема. При введении добавки вяжущее твердеет нормально, т.к. условий для образования «цементной бациллы» не создается.

ГЦПВ характеризуется повышенной водостойкостью, быстрым твердением (начало схватывания наступает не ранее 4 мин, конец — не позднее 20 мин). Марки вяжущего по пределу прочности при сжатии (кгс/см²): 100 и 150. За первые 2-3 ч твердения вяжущее набирает до 40% марочной прочности, что позволяет изготавливать изделия при укороченной тепловлажностной обработке или без нее. Для удлинения сроков схва-

тивания применяются добавки-замедлители. По сульфатостойкости равноценно сульфатостойкому портландцементу. Растворы на ГЦПВ имеют прочность при сжатии 20 МПа, морозостойкость F25...P50, коэффициент водостойкости – 0,6-0,8. Для повышения морозо- и водостойкости в ГЦПВ вводят полимерные добавки (синтетические латексы), которые замедляют схватывание и улучшают условия твердения вяжущего, уменьшая испарение влаги.

Применение – для устройства оснований полов, санитарно-технических кабин, вентиляционных блоков, стеновых панелей, получения растворов и бетонов с прочностью при сжатии 15-30 МПа в зависимости от марки гипсового вяжущего; в смеси с полимерными добавками – для отделки фасадов.

Напрягающий цемент (НЦ) состоит из 65-75% портландцемента, 13-20% глиноземистого цемента и 6-10% гипса. При определенных условиях твердения в процессе расширения этот цемент создает в арматуре предварительное напряжение, независимо от расположения арматуры в железобетонной конструкции. Таким образом, химическая энергия вяжущего вещества используется для получения предварительно напряженных конструкций без применения механического или термического способов. Расширение НЦ в свободном состоянии составляет 3...4%, в ограниченном – 0,25...0,75%. Этот цемент характеризуется быстрым схватыванием и быстрым твердением: начало схватывания наступает не ранее чем через 30 мин, а окончание — не позднее чем через 4 ч после затвердения. Прочность НЦ при сжатии через 1 сутки не менее 15 МПа, через 28 суток твердения – 50 МПа.

Применение – для газонепроницаемых конструкций, хранилищ бензина, подводных и подземных напорных сооружений, спортивных объектов, так как конструкции на НЦ отличаются повышенной трещиностойкостью.

Портландцементы с добавками поверхностно-активных веществ

К этой группе цемента относят портландцемент с минеральными добавками, пуццолановый портландцемент, шлакопортландцемент, сульфатостойкий портландцемент с минеральными добавками и сульфатостойкий шлакопортландцемент.

Активные минеральные добавки применяли ещё в Древнем Риме для получения гидравлических свойств: к воздушной извести добавляли пуццолану — вулканический пепел (пуццолана названа в честь города Поццуоли в Италии, где были залежи вулканического пепла).

Активные минеральные добавки – вещества, которые в тонкоизмельченном состоянии при смешивании с воздушной известью придают ей гидравлическость: известковое тесто после затвердевания на воздухе способно набирать прочность в воде. Эти добавки (гидравлические или пуц-

цолановые) содержат кремнезем SiO_2 в аморфной (химически активной) форме, способного связывать гидроксид кальция в извести или при гидратации портландцементного клинкера в практически нерастворимые гидросиликаты кальция. В результате ПЦ приобретает специальные свойства, возрастает его сопротивление коррозии. Кроме того, введение минеральных добавок взамен части клинкера значительно (до 20%) снижает себестоимость цемента за счет сокращения расхода топлива и электроэнергии.

Активные минеральные добавки делятся на:

- природные – осадочного (диатомит, трепел, опока, глиежи – горные глинистые породы) или вулканического происхождения (пепел, пемза, туф);
- искусственные (гранулированные доменный и электротермофосфорный шлаки, нефелиновый шлам, зола-унос ТЭС, являющиеся побочными продуктами или отходами промышленности, отходы керамического производства).

В соответствии с действующими стандартами в ПЦ и все его разновидности по согласованию с потребителем разрешается добавлять в небольшом количестве поверхностно-активные вещества, которые вносятся при помолу цемента в дозировке 0,1-0,3% его массы.

Поверхностно-активные вещества в зависимости от влияния на свойства цемента классифицируют на:

- гидрофильно-пластифицирующие, повышающие смачиваемость порошка водой;
- гидрофобно-пластифицирующие, понижающие смачиваемость.

В соответствии с этим цементы с гидрофилизующими добавками называют пластифицированными (в их маркировке указывается обозначение пластификации «ПЛ»), а с гидрофобизующими — гидрофобными («ГФ»).

Наиболее распространенной гидрофилизующей добавкой является лигносульфонат технический (ЛСТ) - отход при сульфитной варке целлюлозы, состоящий в основном из лигносульфонатов кальция. В отличие от обычного пластифицированный портландцемент отличается от обычного способностью придавать растворным и бетонным смесям повышенную подвижность. Эффект пластификации позволяет уменьшить водоцементное отношение, повысить морозостойкость и водонепроницаемость растворов и бетонов или уменьшить расход цемента на 10-15% без ухудшения их качества.

Пластифицированный портландцемент (ПЦ-ПЛ) получают введением в цемент при помолу клинкера некоторого количества, поверхностно-активных веществ (ПАВ). Можно вводить СДБ (сульфитно-дрожжевая бражка) в количестве 0,15-0,25% по массе цемента.

Отличительные особенности:

- ПЦ-ПЛ имеет марки 400 и 500;

- по сравнению с обыкновенным портландцементом ПЦ-ПЛ придает растворным смесям повышенную пластичность, морозостойкость и водонепроницаемость;

- пластифицирующие добавки повышают прочность бетона, так как они снижают водопотребность бетонной смеси, снижают расход цемента.

Применение – при производстве более удобоукладываемых бетонных смесей и морозостойких бетонов, а также в дорожном, аэродромном и гидротехническом строительстве.

Гидрофобный портландцемент (ГПЦ) получают введением в цемент при помоле клинкера поверхностно-активной гидрофобизирующей добавки в количестве 0,1...0,3% по массе цемента.

К гидрофобизирующим добавкам относятся:

- асидол;
- мылонафт;
- синтетические жирные кислоты.

Эти вещества являются побочными продуктами нефтепереработки и образуют на частицах цемента тонкие мономолекулярные водоотталкивающие пленки, снижающие его гигроскопичность. Поэтому гидрофобный цемент можно долго хранить даже во влажных условиях, он не комкуется, сохраняя свою активность. В то же время при перемешивании его с водой водоотталкивающие пленки на зернах цемента разрушаются, не мешают твердению, пластифицируют цемент.

Гидрофобный цемент имеет марки 400 и 500. При транспортировании и хранении даже во влажных условиях он не комкуется и почти не теряет активности. При перемешивании цемента с водой и заполнителями гидрофобные пленки с частиц сдираются и не препятствуют нормальному твердению цемента. Наличие гидрофобизирующего вещества в смеси делает ее более подвижной, а образующийся при затвердевании камень — более морозостойким и водонепроницаемым.

Применение – для изготовления растворов и бетонов повышенной стойкости для гидротехнического, дорожного и аэродромного строительства, при перевозке бетонных и растворных смесей на большие расстояния. Гидрофобный портландцемент можно использовать при отсутствии необходимых условий для хранения обычного цемента.

Белый и цветной портландцементы – вяжущие материалы для приготовления декоративных бетонов, растворов, отделочных смесей и цементных красок, применение которых позволяет при минимальных затратах повысить архитектурную выразительность зданий и сооружений.

Основой декоративных цементов является клинкер белого портландцемента (ПЦБ), который изготавливают из чистых известняков и белых каолиновых глин, почти не содержащих окрашивающих оксидов железа и марганца. В клинкере практически нет алюмоферрита кальция – C_4AF . Се-

рый или зеленовато-серый цвет обычного ПЦ вызван наличием в сырье оксидов железа, марганца, хрома.

Обжиг сырья ведут только на газообразном беззольном топливе. Клинкер подвергают отбеливанию в восстановительной среде и быстрому охлаждению. При этом железо переходит в закисную форму, не дающую окраски. В процессе помола цемент предохраняют от попадания в него частиц железа.

В ПЦБ, кроме клинкера и гипсового камня белых сортов, допускается вводить минеральные добавки нормированной белизны в количестве до 20% массы цемента, в том числе активные минеральные осадочного происхождения до 10% и добавки-наполнители до 10%.

Декоративность ПЦБ характеризуется белизной, оцениваемой коэффициентом отражения света поверхностью образца в % абсолютной шкалы. По степени белизны белый портландцемент делят на три сорта:

- для цемента 1-го сорта коэффициент отражения должен быть не менее 80%;
- для 2-го сорта — не менее 75%;
- для 3-го сорта — не менее 70%.

По степени белизны ПЦБ подразделяют на три сорта: БЦ-1, БЦ-2 и БЦ-3.

По пределу прочности при сжатии в возрасте 28 суток выпускают (ГОСТ 965-89) марки ПЦБ 400 и 500.

Цветные цементы (ГОСТ 15825—80) - желтый, розовый, красный, зелёный, голубой, розовый, коричневый, чёрный и др., получают помолем белого клинкера с соответствующими минеральными или органическими пигментами (охрой, железным суриком, ультрамарином и др.), гипсом и активной минеральной добавкой. Содержание компонентов в % массы цемента должно быть: клинкера – не менее 80; минерального искусственного или природного пигмента – не более 15; органического пигмента – не более 0,5; активной минеральной добавки – не более 6.

В цветных цементах применяют щелоче- и светостойкие пигменты, которые не должны оказывать вредного воздействия на эксплуатационные свойства вяжущего. Цвет цемента должен соответствовать утвержденному эталону. Цветной портландцемент выпускают марок 300, 400 и 500.

Вяжущее должно быть однородным по цвету и сохранять цвет при тепловлажностной обработке и воздействии ультрафиолетовых лучей. Белый и цветной цементы схватываются и твердеют медленнее обычного ПЦ. Начало схватывания должно наступать не ранее 45 мин, а конец — не позднее 12 ч с момента затворения. К недостаткам декоративных цементов относятся повышенная усадка при твердении и пониженные морозостойкость и коррозионная стойкость.

Применение - белые и цветные цементы применяют при архитектурно-отделочных работах, отделке стеновых панелей, подоконных плит, в

дорожных работах для цементно-бетонных покрытий площадей, разделительных полос на автодорожных магистралях, для получения фактурного слоя стеновых панелей, для изготовления искусственного мрамора.

В зависимости от вида активной минеральной добавки и ее количества выпускают следующие разновидности портландцемента:

- портландцемент с минеральными добавками (сокращенное наименование ПЦ Д5 и ПЦ Д20);
- пуццолановый портландцемент (ППЦ);
- шлакопортландцемент (ШПЦ) различных марок.

Портландцемент с минеральными добавками (ПЦД) содержит большое количество добавок, практически ни в чем не уступает обычному (за исключением морозостойкости, значение которой ниже), но обладает большей водостойкостью и лучшей сопротивляемостью коррозии выщелачивания.

Применение – в строительстве наряду с портландцементом (кроме случаев, когда требуется высокая морозостойкость).

Промышленность выпускает разновидности ПЦД на портландцементных клинкерах нормированного минерального состава:

- быстротвердеющий;
- сульфатостойкий.

Марки этих цемента 400 и 500.

Быстротвердеющий портландцемент (БТЦ) и особобыстротвердеющий портландцемент (ОБТЦ) характеризуются более быстрым набором прочности в первые 3-7 суток твердения. Выпускают БТЦ двух марок: 400 и 500 с нормированием прочности после 3 и 28 суток твердения в стандартных условиях, ОБТЦ - 600 и 700, которые в трехсуточном возрасте обеспечивают предел прочности при изгибе соответственно не ниже 3,9 и 4,4 МПа, а при сжатии 24,5 и 27,5 МПа.

Ускоренный рост прочности обеспечивается повышением содержания в клинкере быстротвердеющих минералов: трехкальциевого силиката и трехкальциевого алюмината (в сумме 60... 65%) – и более тонким помолом цемента с добавкой гипса 3-5% алито-алюминатного клинкера: C_3S – 50-55% и C_3A – 5-10% до удельной поверхности 300-400 м²/кг.

Отличительные особенности:

- более высокая гигроскопичность;
- повышенное тепловыделение при твердении;
- пониженная стойкость к агрессивным воздействиям, в первую очередь, сульфатостойкость.

Применение – целесообразно применять при изготовлении сборных бетонных и предварительно напряженных железобетонных изделий в за-

водских условиях и при производстве бетонных работ в зимнее время года, также в монолитных железобетонных конструкциях для ускорения набора прочности. Не рекомендуется использовать быстротвердеющий цемент при бетонировании массивных конструкций и для бетонов, к которым предъявляются требования по коррозионной стойкости. Хранить этот цемент длительное время (более 1-2 месяцев) не рекомендуется.

Сульфатостойкий портландцемент (ССПЦ) (ГОСТ 22266-76) отличается от обычного ПЦ более высокой стойкостью против сульфатной агрессии, а также большей морозостойкостью, пониженным тепловыделением и замедленным набором прочности. Для производства ССПЦ применяют клинкер на основе клинкера нормированного минерального состава C_3S не более 50% и C_3A не более 5%; $C_3A + C_4AF$ не более 22%; MgO не более 5%. Такой состав цемента уменьшает возможность образования в цементном камне (бетоне) «цементной бациллы», повышает стойкость бетона к сульфатной коррозии. Введение инертных и минеральных активных добавок не допускается. Сульфатостойкий портландцемент выпускают только марки СГТЦ-400; он имеет повышенную морозо- и водостойкость и пониженное тепловыделение при твердении.

Применение – для изготовления бетонных и железобетонных конструкций гидросооружений, работающих в условиях многократного замораживания и оттаивания в пресной или сульфатсодержащей воде.

Пуццолановый портландцемент изготавливают совместным тонким помолом портландцементного клинкера, гипса и активных минеральных добавок или тщательным смешиванием этих компонентов, измельченных отдельно. Добавками являются: добавки вулканического происхождения (пемза, пепел, туфы), обожженных глин или топливной золы – 25-40% массы цемента; добавки осадочного происхождения (диатомит, трепел, опока) – 20-30% массы цемента. Выпускают марки 300 и 400.

Данный вид цемента отличается вследствие чего находит широкое применение в строительстве при сооружении подводных и подземных сооружений и для конструкций, находящихся в условиях повышенной влажности (тоннели, шахты, фундаменты и подвалы зданий и т. п.).

Пуццолановый портландцемент характеризуется медленным ростом прочности в начальный период твердения, однако после 6 месяцев твердения во влажной среде бетоны на этом цементе достигают требуемой прочности.

Отличительные особенности:

- Благодаря отсутствию в составе цементного камня гидроксида кальция и малому содержанию гидроалюминатов кальция ППЦ обладает повышенной коррозионной стойкостью и относится к группе сульфатостойких цементов;

- Водопотребность ШПЦ выше, чем у обычного ПЦ и составляет 28-36%;
- Повышенная водостойкость и низкая водопроницаемость;
- Процесс твердения пуццоланового портландцемента идёт медленнее обычного с меньшим тепловыделением;
- Морозо- и воздухоустойкость его ниже, чем у портландцемента.

Применение – при бетонировании подземных и подводных частей сооружений (фундаментов, туннелей, плотин), где опасны температурные деформации конструкций, а также внутренних зон массивных конструкций. Не следует использовать в растворах и бетонах для конструкций, работающих в условиях попеременного замораживания и оттаивания; при зимних бетонных работах, а также на воздухе в районах с сухим жарким климатом. При низких температурах (ниже 10°C) твердение этого цемента замедляется и даже совсем прекращается, при повышенных – твердеет более интенсивно, чем портландцемент, поэтому бетоны на пуццолановом портландцементе целесообразно подвергать пропариванию. В течение первых двух недель бетоны необходимо увлажнять, предохранять от высыхания, так как в сухих условиях твердение бетона на этом цементе практически прекращается.

Шлакопортландцемент (ШПЦ) получают путем совместного помола портландцементного клинкера (79...20%), гипса (не более 5%) и гранулированного доменного (побочный продукт при выплавке чугуна – на 1 т чугуна приходится 0,6-0,7 т шлака) или электротермофосфорного шлака в количестве до 60% массы вяжущего для марок 400 и 500 и до 80% для марки 300. Допускается отдельный помол компонентов и последующее тщательное их смешивание. Активными компонентами ШПЦ являются клинкер и шлак, дополняющие друг друга. Последний усваивает необходимый ему гидроксид кальция, выделяющийся при гидратации клинкера, и сам твердеет. Кроме того, он одновременно выполняет роль активной минеральной добавки, химически связывая Ca(OH)_2 и повышая коррозионную стойкость цементного камня.

Гранулированный шлак в виде пористых зерен размером до 10 мм получают быстрым охлаждением огненножидкого расплава водой или паром. В результате шлак имеет стекловидную структуру и обладает повышенной химической активностью. Доменный шлак по своему химическому составу близок к портландцементному клинкеру, поэтому его можно вводить в большом количестве, что дает снижение стоимости шлакопортландцемента на 20...25%, он экономически выгоднее, чем портландцемент.

Шлакопортландцемент изготавливается четырех марок — 200 300, 400 и 500.

Отличительные особенности:

- имеет сероватый цвет с голубым оттенком;
- отличается от других видов цемента наличием металлических частиц, выявляемых при помощи магнита;
- сроки схватывания такие же, как у портландцемента;
- менее экзотермичен;
- имеет меньшую усадку и набухание;
- обладает большой стойкостью в пресных и сульфатных водах;
- по морозостойкости и воздухостойкости превосходит ПЩ, но несколько уступает обычному ПЩ;
- тонкость помола и равномерность изменения объема как у портландцемента, нормальная плотность 26...30%;
- плотность в рыхлом состоянии 1000...1200 кг/м³, в уплотненном — 1400...1800 кг/м³;
- повышенная стойкость против коррозионного действия агрессивных минерализованных сред.

Недостатки - пониженная по сравнению с обыкновенным портландцементом морозостойкость и замедленное нарастание прочности в начальные сроки твердения. Твердение ускоряется при повышении температуры и влажности. Бетоны на шлакопортландцементе, подвергаемые тепло-влажностной обработке при 80...95 °С, набирают более высокую прочность, чем бетоны на портландцементе той же марки, твердеющие в аналогичных условиях.

Применение – для изготовления сборных железобетонных изделий и конструкций, твердеющих в пропарочных камерах, для конструкций горячих цехов, в гидротехнических сооружениях, подвергающихся сульфатной агрессии, и используется для изготовления бетонных и железобетонных конструкций, подземных и подводных конструкций, для приготовления кладочных и штукатурных растворов. Не рекомендуется использовать при зимних бетонных работах.

Цемент для строительных растворов – специальный разбавленный цемент, получаемый совместным помолом клинкера с гипсом, активными минеральными добавками и добавками-наполнителями (кварцевый песок с малым содержанием глинистых, илистых и пылевидных примесей, известняк, мрамор, пыль электрофильтров клинкерообжигательных печей) и используемый при приготовлении строительных растворов для кладочных, облицовочных и штукатурных работ в тех случаях, когда использование высокомарочного портландцемента экономически невыгодно. Содержание ПЩ клинкера в таком вяжущем должно быть не менее 20% массы.

Добавки-наполнители, в отличие от активных минеральных добавок, не обладают гидравлическими свойствами или эти свойства у них выражены незначительно. Для улучшения технологических свойств растворных смесей и повышения эксплуатационных свойств растворов (прочности, морозостойкости) допускается вводить при помолке цемента пластифицирующие, гидрофобизирующие и воздухововлекающие добавки.

Цемент для строительных растворов характеризуется следующими сроками схватывания: начало — не ранее 45 мин, конец — не позднее 12 ч после затворения. Предел прочности при сжатии стандартных образцов после 28 суток твердения должен быть не ниже 19,6 МПа, что соответствует марке цемента 200.

Применение – для производства работ при температуре окружающего воздуха не ниже 10°C (из-за медленного набора прочности), для изготовления низкомарочных бетонов выше марки 150, для неармированных конструкций.

9.2. БЕТОНЫ

9.2.1. Общие сведения и классификация

Бетон – искусственный каменный материал, полученный в результате затвердевания рационально подобранной, тщательно перемешанной и уплотненной смеси, состоящей из вяжущего вещества (цемента), воды, мелкого и крупного заполнителей (песка, щебня или гравия) и различных добавок, вводимых в бетонную смесь с целью улучшения технических свойств бетонной смеси и бетона. Эту смесь материалов до затвердевания называют **бетонной смесью**.

Вяжущее вещество и вода являются активными составляющими бетона. После затворения бетонной смеси водой образовавшееся цементное тесто обволакивает зерна заполнителей, придавая подвижность бетонной смеси, а после затвердевания связывает их в искусственный камень — бетон.

Бетон как строительный материал был известен еще древним строителям. В Древнем Риме бетон использовали при возведении куполов, сводов, триумфальных арок, массивных сооружений, применяя в качестве вяжущего глину, гипс, известь, асфальт. В конце XIX в. после изобретения портландцемента снова стали широко применять бетон для строительства различных инженерных сооружений.

Русские ученые Н.А. Белелюбский, И.Г. Малгога посвятили многочисленные научные труды бетону, его применению как эффективного строительного материала. Ученые С.А. Миронов, Н.А. Попов, В.М. Москвин, К.Д. Некрасов, А.Е. Десов, Г.И. Горчаков, Ф.М. Иванов и др. исследо-

вали физико-механические свойства различных видов бетона, общую технологию и теорию бетонов, проблемы защиты бетонов от коррозии, повышения долговечности, способы производства бетонных работ в зимний период.

В современном строительстве бетоны являются самыми массовыми по применению материалами благодаря их высокой прочности, надежности и долговечности при работе в конструкциях зданий и сооружений.

Применение - как основной конструкционный материал служит для изготовления самых разнообразных по форме и размерам бетонных и железобетонных строительных изделий и конструкций; его широко применяют в гражданском, промышленном, гидротехническом, жилищном, дорожном и других видах строительства.

Согласно ГОСТ 25192—82 бетоны классифицируют по следующим признакам:

- по средней плотности;
- по виду вяжущего;
- по виду заполнителей;
- по структуре;
- по условиям твердения;
- по назначению.

По плотности бетоны подразделяют на:

- особо тяжелые (плотностью более 2500 кг/м^3);
- тяжелые ($1800 \dots 2500 \text{ кг/м}^3$);
- легкие ($500 \dots 1800 \text{ кг/м}^3$);
- особо легкие (теплоизоляционные) (менее 500 кг/м^3).

По виду вяжущего бетоны могут быть на основе:

- цементных вяжущих (приготавливаемые на клинкерных цементах);
- известковых вяжущих (силикатные бетоны);
- шлаковых вяжущих (шлакобетон);
- гипсовых вяжущих (гипсобетон);
- специальных вяжущих (асфальтобетон – на битумных вяжущих, бетонополимеры – на минеральном вяжущем, пропитанном мономерами или полимерами с их последующим отверждением).

По виду заполнителей бетоны подразделяют на:

- плотные;
- пористые;

- бетоны на специальных заполнителях (барит, чугунный скрап, стальная стружка и др.).

В зависимости от структуры бетоны подразделяются на:

- *бетоны плотной структуры* (пространство между зернами заполнителя наполнено затвердевшим вяжущим и порами вовлеченного в него воздуха или газа, в том числе образующимися за счет применения добавок, регулирующих пористость в объеме не более 7%);
- *бетоны поризованной структуры* (пространство между зернами заполнителя не полностью заполнено или совсем не заполнено мелкими заполнителями и затвердевшим вяжущим, поризованными добавками, регулирующими пористость в объеме более 7%);
- *ячеистые бетоны*, (основную часть объема составляют равномерно распределенные поры в виде ячеек, полученные с помощью газо- или пенообразователей).

По условиям твердения бетоны подразделяют на твердеющие:

- в естественных условиях;
- в условиях тепловлажностной обработки при атмосферном давлении;
- в условиях тепловлажностной обработки при давлении выше атмосферного (автоклавного твердения).

По назначению бетоны подразделяются на:

- *конструкционные* (для несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений);
- *специальные* (жаростойкие, химические, декоративные, радиационно-защитные, теплоизоляционные и др.).

9.2.2. Материалы для тяжёлого бетона

К материалам для тяжелого бетона относят:

- вяжущие вещества;
- воду затворения;
- заполнители – мелкий (песок) и крупный (гравий или щебень).

Свойства бетона – прочность, морозостойкость, коррозиестойкость и др. зависят в огромной мере от качества исходных материалов, которое должно соответствовать требованиям ГОСТов.

В зависимости от характера конструкции, условий ее эксплуатации в качестве вяжущих применяют различные виды цементов: портландцемент обычный, пластифицирующий, сульфатостойкий, пуццолановый, шлакопортландцемент и др. Кроме того, учитывают и марку цемента в зависимости от требуемой прочности бетона, морозостойкости, усадки и других

свойств. Следует правильно назначить марку цемента. Например, бетон с наилучшими свойствами и наиболее экономичный (с минимальным расходом вяжущего) можно получить, если марка цемента будет в 1,5-2,5 раза выше требуемой марки бетона.

Для тяжелых бетонов рекомендуются следующие марки цемента:

Марка бетона	M100	M150	M200	M300	M400	M500	M600	M900
Марка цемента	300	300	400	400	500	550...600	600	900

Если марка имеющегося цемента выше, рекомендуется ввести в состав минеральную добавку (тонкоизмельченные известняки, доломиты и др.) в целях экономии цемента.

Таким образом, выбор вида и марки цемента зависит от заданной прочности бетона, условий его твердения и условий эксплуатации бетонных конструкций.

Для приготовления бетонных смесей применяют питьевую или природную воду; она не должна содержать повышенного количества вредных примесей (в том числе и окрашивающих), органических веществ (особенно сахаров, фенолов, нефтепродуктов, масел и жиров), растворимых солей, а также взвешенных частиц глины, пыли, песка и почвы, затрудняющих схватывание и твердение бетона. Водородный показатель воды (рН) не должен быть менее 4 и более 12,5. Допускается содержание сульфатов (в пересчете на SO₄) не более 2700 мг/л и всех солей не более 5000 мг/л.

Пригодность природной воды для бетона устанавливают химическим анализом и сравнительными испытаниями бетонных образцов на прочность, изготовленных на данной и на питьевой чистой воде и испытанных в возрасте 28 суток нормального твердения. Воду считают пригодной, если приготовленные на ней образцы имеют прочность не меньшую, чем образцы на питьевой воде. Питьевую воду можно применять для приготовления бетонов без дополнительных исследований и анализов.

Сточные и болотные воды, содержащие жиры, растительные масла, кислоты, нефтепродукты, сахар и т.п., нельзя применять для приготовления бетона. Морскую и другую воду, имеющую минеральные соли, можно использовать в случае, когда общее количество солей не превышает 2%. Во всех случаях морские соли могут выступать на поверхности бетона и вызывать коррозию стальной арматуры.

Плотные заполнители — кварцевый песок, гравий и щебень, входят в состав тяжелых бетонов, для приготовления легких бетонов используют природные и искусственные пористые заполнители, для особо тяжелых бетонов — специальные заполнители.

В зависимости от крупности зерен заполнителя различают бетоны:

- мелкозернистые (размер зерен до 10 мм);
- крупнозернистые (размером 10...150мм).

Заполнители образуют жесткий скелет, или остов, бетона, занимая 80-85% его объема; придают бетону прочность, уменьшают его усадку и экономят расход вяжущих материалов.

Мелкий заполнитель. Мелким заполнителем для бетонов является *песок*, который должен отвечать требованиям ГОСТ 8736—93.

Песок – зерновая смесь с размерами зерен от 0,16 до 5 мм, в состав которой могут входить примеси: пылевидные частицы размером 0,16...0,005 мм; глинистые частицы размером менее 0,005мм и обломки горных пород размером более 5 мм. Наиболее распространены в природе кварцевые пески (кроме зерен кварца могут содержать зерна полевого шпата, пластинки слюды и зерна других минералов), чуть реже - известняковые, полевошпатовые, ракушечные и др. В кварцевом песке

Пески различают:

- природные;
- дробленые.

Природный песок – неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, образовавшийся в результате естественного разрушения скальных горных пород и получаемый при разработке песчаных и песчано-гравийных месторождений. Природные пески в зависимости от условий залегания классифицируют на:

- речные;
- морские;
- горные (или овражные).

Зерна речного и морского песка округлые и гладкие (истираются при переносе водой), более чистые (по сравнению с горным песком содержат меньше глинистых и пылевидных частиц). Зёрна морского песка иногда содержат примеси известняковых зерен, обломки раковин, остатки водорослей, что снижает его качество и прочность бетонов.

Зерна горного песка остроугольные и шероховатые, благодаря чему хорошо сцепляются с вяжущим веществом. Недостаток горных песков - содержат много глинистых и пылевидных частиц, а промывка песка сложна и дорога.

Качество бетона в большей мере зависит от зернового (гранулометрического) состава песка и количественного содержания в нем различных примесей: пылевидных, илистых и органических, которые увеличивают поверхность заполнителя, обволакивают зерна песка и затрудняют сцепление вяжущего с его поверхностью, вызывая увеличение расхода вяжущего. Количество этих примесей в песке для бетона должно быть не более 3%, в том числе не более 0,15% глин. Глинистые и пылевидные

частицы в песке повышают водопотребность бетонных смесей и приводят к снижению прочности и морозостойкости бетона.

Содержание примесей устанавливают методом отмачивания, методом мокрого просеивания или фотоэлектрическим методом. Простейшую качественную оценку чистоты песка производят путем растирания в руках горстки влажного песка: чистый песок не пачкает рук. Песок от примесей очищают водой в машинах-пескомойках. Для строительных работ испытание песка проводят по ГОСТ 8735-88.

Зерновой состав песка содержит зерна различного размера. Фракционный состав определяют просеиванием сухого песка через стандартный набор сит.

Пробу взвешивают с погрешностью 0,1% массы, высушив песок до постоянной массы в сушильном шкафу при $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Стандартный набор сит для песка включает сита с круглыми отверстиями диаметрами 5; 2,5 мм и сита проволочные со стандартными квадратными ячейками № 125; 063; 0315; 016.

Пробу песка просеивают через сита с круглыми отверстиями диаметром 5 мм. Из пробы песка, прошедшего через указанное сито, отвешивают 1000 г песка и просеивают через набор сит с круглыми отверстиями диаметром 2,5 и с сетками № 125; 063; 0315; 016 ручным или механизированным способом.

Остатки песка m_i , г, на каждом сите взвешивают и вычисляют их значение в процентах от пробы по формуле (частные остатки — a_i)

$$a_i = (m_i/m)100,$$

где m — масса песка, г.

Затем находят полный остаток A_i , %, на каждом сите по формуле:

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + a_i,$$

где $a_{2,5}$; $a_{1,25}$; a_i — частные остатки на соответствующих ситах, %.

Песок характеризуется значением модуля крупности — M_k .

Модуль крупности песка без зерен размером 5 мм определяют как частное от деления на 100 суммы полных остатков (%) на всех ситах по формуле:

$$M_k = (A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16})/100,$$

где $A_{2,5}, A_{1,25}, \dots, A_{0,16}$ - полные остатки на ситах, %.

Чем выше модуль крупности, тем крупнее песок. Фиксируют также полный остаток на сите № 063. По этому остатку и модулю крупности судят о группе песка (табл. 13).

Таблица 13 – Классификация песков по крупности

Группа песка	Модуль крупности	Полный остаток на сите 0,63 мм, % по массе
Очень крупный	Свыше 3,5	Свыше 75
Повышенной крупности	3...3,5	75
Крупный	2,5...3	65...75
Средний	2,0...2,5	45...65
Мелкий	1,5...2,0	30...45
Очень мелкий	1...1,5	10...30

Для бетона рекомендуется применять крупный и средний песок с модулем крупности 2...3,25. В песке, предназначенном для производства бетонов, допускаются зерна гравия или щебня размером более 10 мм в количестве до 0,5% (по массе); зерна размером 5-10 мм допускаются в количестве не более 5% по массе; содержание зерен, проходящих через сито с сеткой № 016, не должно превышать 10%.

Плотность зерен кварцевого песка 2600-2700 кг/м³, насыпная плотность песка 1400-1600 кг/м³; она зависит от степени уплотнения, влажности песка, а также от зернового и минералогического состава (наименьшая насыпная плотность кварцевых песков соответствует влажности 5-7% по массе).

Крупный заполнитель. Крупным заполнителем для приготовления тяжелого бетона служат гравий или щебень, отвечающие требованиям ГОСТ 8267-93.

Гравий -- неорганический зернистый сыпучий материал крупностью свыше 5 мм, получаемый рассевом природных гравийно-песчаных смесей. Зерна гравия имеют округлую форму и гладкую поверхность. В нем могут содержаться зерна высокой прочности (гранитные) и слабые зерна (пористых известняков).

Гравий по условиям залегания делится на:

- речной;
- морской;
- горный (овражный).

Горный гравий обычно имеет множество примесей, речной и морской – значительно меньше. Постоянное воздействие воды придало зернам речного и морского гравия округлую форму и гладкую поверхность. Зерна овражного гравия имеют щебневидную форму (малоокатанную), что улучшает сцепление его с цементно-песчаным раствором.

Преимущества (по сравнению с щебнем):

- встречается в природе в раздробленном состоянии, и дробить приходится только крупные куски;
- бетонная смесь на гравии имеет большую подвижность из-за меньшего трения между зернами заполнителя и цементным раствором.

Щебень – неорганический зернистый сыпучий материал с зернами крупностью свыше 5 мм, получаемый дроблением горных пород, гравия и валунов или некондиционных отходов горных предприятий. Дроблёную смесь зерен различных размеров (5...70 мм) рассеивают на отдельные фракции: отсеянные частицы размером менее 3 мм используют в качестве песка. Щебень дробят на камнедробилках из гранита, диабазы и других изверженных пород, а также из плотных осадочных пород – известняка, доломита и видоизмененных пород – кварцита. Куски щебня имеют остроугольную форму и шероховатую поверхность, поэтому его сцепление с цементно-песчаным раствором более прочное, чем у гравия. Содержание в щебне вредных органических примесей незначительно.

Преимущества:

- обеспечивает хорошее сцепление с цементным раствором при затвердевании, что обеспечивает требуемую прочность бетона и меньшую загрязненность вредными примесями.

Для приготовления высокопрочных бетонов рекомендуется, исходя из стоимости крупных заполнителей и других экономических показателей применять щебень.

Щебень и гравий выпускают в виде следующих основных фракций:

- от 5 до 10 мм;
- свыше 10 до 20 мм;
- свыше 20 до 40 мм;
- свыше 40 до 70 мм;
- смеси фракций от 5 до 20 мм.

Для приготовления бетона более экономичен предельно крупный гравий или щебень, так как благодаря его меньшей суммарной поверхности зерен требуется меньше цемента для получения прочного бетона.

Зерновой состав каждой фракции или смеси фракций должен находиться в пределах, указанных в таблице 14.

Таблица 14 – Зерновой состав заполнителя

Диаметр отверстий контрольных сит, мм	d	$0,5(d+D)$	D	$1,25D$
Полные остатки на ситах, % по массе	от 90 до 100	от 30 до 80	до 10	до 0,5

Согласно ГОСТу качество крупного заполнителя зависит от формы зерен и содержания вредных примесей, от зернового или гранулометрического состава, от прочности и морозостойкости.

Для приготовления бетона наиболее пригодна следующая форма зерен: для гравия – яйцевидная или шаровая; для щебня – близкая к кубу или тетраэдру. Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы в гравии или щебне не должно превышать 15% по массе.

Прочность гравия и щебня характеризуют маркой, определяемой по дробимости щебня (гравия) при сжатии (раздавливании) в цилиндре. Марки прочности: 1400, 1200, 1000, 800, 400 и 300.

Морозостойкость щебня и гравия характеризуют числом циклов замораживания и оттаивания, при котором потери (в % по массе щебня и гравия) не превышают установленных норм – 10%. По этому признаку они подразделяются на восемь марок – F15; F25; F50; F100; F150; F200; F300 и F400.

Содержание пылевидных и глинистых частиц (размером менее 0,05 мм) в щебне и гравии М800 не более 1%; М600...М800 – не более 1% для изверженных и метаморфических горных пород, а для осадочных— М600...М1200 - 2% и М200...М400 - 3% по массе. Содержание глины в комках не более 0,25%. Сернистые и сернокислые соединения (гипс, серный колчедан и др.) способствуют коррозии бетона. Их содержание в пересчете на SO₃ не должно превышать 1% по массе.

Хорошим зерновым составом считается тот, в котором имеются зерна разной величины, так как при этом пустотность заполнителя оказывается наименьшей.

Испытания гравия и щебня проводят по ГОСТ 8269-87. Зерновой состав щебня (гравия) определяют путем отсева пробы на стандартном наборе сит с размерами отверстий 70, 40, 20, 10 и 5 мм.

Пробу гравия (щебня) 5 или 10 кг просеивают вручную или механическим способом через сита, собранные последовательно в колонку, начиная снизу с сита с отверстиями наименьшего размера. Длительность просеивания должна быть такой, чтобы при контрольном интенсивном

ручном встряхивании каждого сита в течение 1 мин. через него проходило не более 0,1% общей массы навески.

По результатам просеивания вычисляют частный остаток на каждом сите a_i , %, по формуле:

$$a_i = (m_i/m)100,$$

где m_i — масса остатка на данном сите, г;

m — масса пробы, г.

Далее определяют полные остатки на каждом сите (в % от массы пробы), равные сумме частных остатков на данном и всех ситах с большими размерами отверстий, и устанавливают наибольшую O и наименьшую d . крупность зерен заполнителя. За наибольшую крупность зерен гравия (щебня) принимают размер отверстия верхнего сита, на котором полный остаток превышает 5% навески. Наименьшая крупность зерен гравия (щебня) соответствует размеру отверстия первого снизу сита, полный остаток на котором составляет не менее 95%.

К кислотоупорным наполнителям относятся также андезит, базальт, диабаз, бештаунит.

Золы ТЭС образуются при сжигании твердых видов топлива в пылевидном состоянии при температуре 1 400 ... 1 600 °С. В состав зол входят оксиды кальция, кремния, алюминия и др. Золы не требуют помола, что делает их использование эффективным. После проверки на равномерность изменения объема золы применяют в качестве добавки-наполнителя к цементам; имеют невысокую плотность, что позволяет вводить их в качестве наполнителя в гипсовые мастики для крепления гипсокартонных листов.

9.2.3. Свойства бетонной смеси и бетона

Бетонная смесь – смесь вяжущих, заполнителей, затворителей и, при необходимости, добавок до ее укладки. Свойства бетонной смеси определяют качество и свойства полученного из нее бетона. Основными свойствами бетонной смеси являются:

- удобоукладываемость;
- нерасслаиваемость.

Удобоукладываемость – реолого-технологический показатель бетонной смеси, характеризующийся способностью бетонной смеси заполнять форму бетонируемого изделия и уплотняться в ней под действием собственной массы или механических воздействий. Удобоукладываемость бетонной смеси определяется подвижностью или жесткостью.

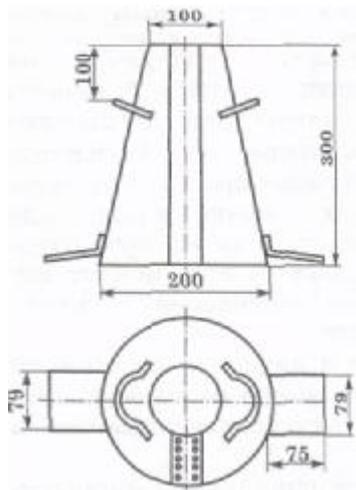


Рис. 22. Стандартный конус для определения подвижности бетонной смеси

Подвижность (П) — свойство бетонной смеси растекаться под действием собственной массы. Для её определения бетонной смеси используют стандартный конус (ГОСТ 10181.1-81) – открытую металлическую форму в виде усеченного конуса высотой 300 мм, диаметром нижнего основания 200 мм, верхнего — 100 мм (рис. 22). Форму-конус смачивают изнутри водой и устанавливают на плоскую горизонтальную поверхность. Затем через верхнее отверстие ее заполняют бетонной смесью в три приема, каждый раз слой уплотняется 25-кратным штыкованием металлическим стержнем диаметром 16 и длиной 650 мм. Избыток смеси срезают кельмой вровень с краями формы. Затем форму медленно поднимают вертикально вверх за ручки и устанавливают рядом с отформованным бетонным конусом. Бетонный конус, освобожденный от формы, оседает

под действием собственной массы.

Мерой подвижности служит *величина осадки конуса* – а, см, которую измеряют линейкой. Чем больше осадка конуса, тем подвижнее бетонная смесь.

В зависимости от показателя удобоукладываемости бетонные смеси подразделяют на пять групп:

- сверхжесткие;
- жесткие;
- низкопластичные;
- пластичные;
- литые.

Группы подразделяются на марки.

Жесткость (Ж) – свойство бетонной смеси растекаться и заполнять форму под действием вибрации. Для определения жесткости бетонной смеси служит технический вискозиметр, который состоит из цилиндрической формы высотой 200 мм с внутренним диаметром 240 мм с закрепленным на ней устройством для измерения осадки бетонной смеси в виде направляющего штатива, штанги и металлического диска с шестью отверстиями (рис. 23).

Прибор закрепляют на виброплощадке и помещают в него форму-конус, которую заполняют тремя слоями бетонной смеси, уплотняя ее 25-кратным штыкованием каждого слоя. Затем форму-конус удаляют, а на поверхности бетонного конуса устанавливают диск и включают виброплощадку и секундомер. Вибрирование продолжают до тех пор, пока не начнется выделение цементного теста из двух отверстий диска. В этот момент выключают секундомер и виброплощадку. *Время вибрирования* (выража-

Таблица 15 – Марки бетонных смесей по удобоукладываемости

Марки по удобоукладываемости	Норма удобоукладываемости по показателю	
	Жесткость, с	Подвижности (осадка конуса), см
1	2	3
<i>Сверхжесткие смеси</i>		
СЖ3	Более 100	-
СЖ2	51...100	-
СЖ1	41...50	-
<i>Жесткие смеси</i>		
Ж4	31...40	-
Ж3	21...30	-
Ж2	11...20	-
Ж1	5...10	-
<i>Низкопластичные смеси</i>		
П1	4 и менее	1...4
П2	-	5...9
<i>Пластичные смеси</i>		
П3	-	10...15
П4	-	16...20
<i>Литые смеси</i>		
П5	-	21 и более

Новые химические добавки — суперпластификаторы значительно повышают подвижность бетонной смеси.

Нераслаиваемость - способность бетонной смеси не расслаиваться при транспортировании, выгрузке и укладке. Связность бетонной смеси обеспечивают правильным подбором состава и необходимым количеством цементного теста. При отсутствии связности бетонная смесь легко расслаивается, теряет однородность, становится непригодной к укладке в форму, так как представляет собой лишь механическую смесь воды и твердых составляющих.

По степени готовности бетонные смеси делят на:

- бетонные смеси, готовые к употреблению (БСГ);
- сухие бетонные смеси (БСС).

Основные свойства бетона

Различают следующие свойства затвердевшего бетона как искусственного камня:

- механические (прочность);
- физические (плотность, пористость, водонепроницаемость, морозостойкость, усадка и расширение);

- специальные (коррозионная стойкость, огнестойкость, радиационная стойкость).

Прочность бетона – способность выдерживать внешние нагрузки, не разрушаясь. Известно, что в конструкциях зданий и сооружений бетон испытывает различные деформации: сжатие, растяжение, изгиб и др. Лучшее всего бетон сопротивляется (работает) сжатию, поэтому его прочность при сжатии является основной характеристикой механических свойств бетона.

Прочность бетона зависит от:

- свойств составляющих его компонентов;
- состава бетона;
- условий приготовления, твердения, эксплуатации бетона.

В стандартах на изделия обычно указывают требования к прочности бетона, его класс или марку. В отличие от марки класс гарантирует не только прочность, но и однородность материала.

Согласно СТ СЭВ 1406-78 и СНиП 2.03.01-84 прочность бетона для конструкций характеризуется классом.

Класс бетона определяется величиной гарантированной прочности на сжатие с обеспеченностью 0,95. Для бетонов установлены следующие классы: В1 (М15); В1,5 (М25); В2 (М25); В2,5 (М35); В3,5 (М50); В5 (М75); В7,5 (М100); В10 (150); В12,5 (М150); В15 (М200); В20 (М250); В22,5 (М300); В25 (М300); В25 (М350); В27,5 (М350); В30 (М400); В35 (М700); В60 (М800). Класс бетона задан в МПа, а марка — кгс/см².

Марку бетона используют при расчете состава и изготовлении бетона.

На прочность бетона заметное влияние оказывают виды цемента, форма заполнителей, характер их поверхности, степень уплотнения бетонной смеси, продолжительность и условия твердения бетона.

Хорошо уплотненная бетонная смесь при благоприятных температурных и влажностных условиях непрерывно набирает прочность в течение ряда лет. В первые 7...10 суток прочность бетона растет быстро, затем к 28 суткам рост прочности замедляется, в возрасте 1 года постепенно затухает. В нормальных условиях бетонные образцы за 7 суток набирают 60...70% 28-суточной (марочной) прочности; в возрасте 180 суток, 1 года и 2 лет их прочность соответственно составляет 150, 175 и 200% марочной прочности. Твердение бетона ускоряется с повышением температуры и замедляется с ее понижением. Так, при температуре 80...90 °С прочность бетона в атмосфере насыщенного пара достигает 60...70% от марочной за 10...12 ч твердения.

Физические и специальные свойства бетона.

Плотность бетона свойство бетона, влияющее на его стойкость к различным условиям эксплуатации. Обычный тяжелый бетон не является абсолютно плотным. Пористость в бетоне образуется из-за наличия воды в бетонной смеси. Пористость тяжелого бетона колеблется от 5 до 15%.

Плотность бетона может быть повышена тщательным подбором зернового состава заполнителей с целью уменьшения объема пустот в смеси; уменьшением водоцементного отношения, что достигается введением в бетонную смесь специальных добавок-пластификаторов, которые способствуют снижению водопотребности бетонной смеси при той же подвижности.

С повышением плотности бетона улучшаются его физико-механические свойства – повышается прочность, водонепроницаемость, морозо- и коррозиестойкость и др.

Водонепроницаемость бетона зависит от его плотности и структуры. Плотный бетон мелкопористой структуры при толщине железобетонных конструкций более 200 мм практически водонепроницаем. Водонепроницаемость бетона характеризуется наибольшим давлением воды, при котором она еще не просачивается через бетонный образец. По водонепроницаемости бетон подразделяется на шесть марок: W2; W4; W6; W8; W10; W12. Цифра в обозначении марки указывает на величину давления соответственно 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 МПа. Для повышения водонепроницаемости бетона его поверхность покрывают плотным раствором, пленками из пластмасс, применяя расширяющиеся цементы.

Морозостойкость бетона – способность в насыщенном водой состоянии выдерживать многократные попеременные замораживания и оттаивания и определяется числом циклов попеременного замораживания и оттаивания, которые способны выдержать образцы 28-суточного возраста без снижения предела прочности при сжатии более чем на 25% и без потери массы более чем на 5%.

В ГОСТе на тяжелый бетон, в том числе и гидротехнический, установлены следующие марки морозостойкости: F50; F100; F150; F200; F300; F400; F500.

Высокой морозостойкостью обладают плотные бетоны, бетоны с высококачественным гранитным щебнем.

Усадка и расширение. Усадка бетона – уменьшение его объема в процессе твердения. Она происходит при твердении бетона на воздухе или при недостаточной влажности среды, способствующей высыханию бетона. Усадка цементного камня обычно равна 3...5мм/м. У бетонов в связи с введением заполнителей она значительно меньше и составляет 0,2...0,4 мм/м. Усадка увеличивается при повышении содержания цемента и воды, применении мелкозернистых и пористых заполнителей.

Для снижения усадки бетона следует применять белитовые цементы или цементы более низких марок, уменьшать количество воды затворения, применять крупные заполнители рационального зернового состава и строго соблюдать влажный режим твердения бетона.

В первый период твердения может происходить расширение бетона от нагревания теплом, выделяющимся при взаимодействии цемента с водой. Оно способно вызвать деформации конструкций и появление трещин, во избежание которых устраивают температурные швы, а для уменьшения тепловыделения бетона применяют цементы с малым выделением тепла,

Коррозионная стойкость. Коррозия бетона вызвана разрушением цементного камня и сопровождается понижением прочности и водонепроницаемости, а также ухудшением сцепления бетона с арматурой. Разрушение бетона от коррозии значительно ускоряется, если агрессивные вещества проникают в его толщу, поэтому мерами повышения коррозионной стойкости бетона являются:

- применение цементов определенного состава и качества с малым содержанием трехкальциевого алюмината и минимальным выделением гидроксида кальция;
- тщательное уплотнение бетонной смеси после ее укладки с целью придания бетону большей плотности; правильное конструирование элементов сооружений для обеспечения равномерной деформации бетона в процессе твердения без образования трещин.

Защитить поверхность бетона от проникновения агрессивных веществ можно облицовкой ее плотными керамическими плитками, обработкой специальными веществами (жидким стеклом, кислотоупорным цементом), покрытием гидроизоляционными и пленкообразующими полимерными материалами.

Огнестойкость. Бетон – огнестойкий материал, способный при пожаре выдерживать высокие температуры, но длительное действие на бетон температур 150...250°C снижает его прочность на 25%. Эта потеря прочности после ликвидации пожара не восстанавливается. При длительном воздействии температуры 500°C и последующем увлажнении бетон разрушается. При строительстве сооружений, подвергаемых в процессе эксплуатации длительному воздействию высоких температур (свыше 250°C), применяют жаростойкий бетон.

Радиационная стойкость. Для защиты от радиоактивных излучений в качестве заполнителей для бетона используют материалы с высокой плотностью: магнетит, барит, металлический скрап, чугунную дробь и др. Для улучшения защитных свойств особо тяжелых и гидратных бетонов (содержат большое количество химически связанной воды) в их состав вводят добавки, содержащие легкие элементы (литий, кадмий, бор), такие, как карбид бора, хлористый литий, сернокислый кадмий и др.

9.2.4. Технология производства бетона

Производство бетонной смеси осуществляется на бетоносмесительных узлах, автоматизированных бетонных заводах или в бетоносмесительных цехах заводов железобетонных изделий, которые в централизованном порядке снабжают бетонной смесью строительные объекты. Основными технологическими процессами производства являются:

- приготовление;
- транспортирование;
- укладка и уплотнение бетонной смеси с последующим уходом за уложенным бетоном и контролем его качества.

Приготовление бетонной смеси включает две основные операции – дозирование всех компонентов бетонной смеси и перемешивание их до получения однородной массы.

Дозирование материалов, т.е. отмеривание расхода материалов на замес бетоносмесителя, производят по массе. Материалы подготавливаются путем дробления, измельчения, обогащения и при необходимости высушивания или даже подогрева (при работах в зимнее время). На современных бетонных заводах используют полуавтоматические и автоматические весовые дозаторы, которые взвешивают цемент и воду с точностью до $\pm 1\%$, заполнители – с точностью $\pm 2\%$, при этом происходит автоматическая корректировка воды затворения, так как установлено, что отсутствие контроля влажности заполнителей приводит к колебаниям значений прочности бетона до 15%, а подвижности смеси – до 3 раз. Количество материалов на один замес бетоносмесителя определяют с учетом расхода материалов на 1 м³ бетонной смеси и значения коэффициента выхода бетонной смеси.

Перемешивание компонентов бетонной смеси производят в бетоносмесителях вместимостью 100...250 л (малая), 375...500 л (средняя), 1200, 2400, 4500 л (большая) механизированным путем.

Большое влияние на качество бетонной смеси оказывает продолжительность перемешивания.

Транспортирование бетонной смеси. При перевозке бетонной смеси основным технологическим условием является сохранение однородности и обеспечение требуемой для укладки подвижности смеси. Транспортирование бетонных смесей заводом-изготовителем осуществляется в виде затворенной водой смеси, доставленной к месту потребления в готовом для укладки виде; сухой смеси цемента с заполнителями, затворяемой водой в автобетоносмесителях в пути следования или непосредственно на строительном объекте. К месту укладки бетонную смесь доставляют различными видами транспорта. Транспортирование смеси на короткие расстояния производят ленточными конвейерами, бетононасосами, вагонетками и др. Для горизонтальной и вертикальной подачи бетонной смеси в

бетонируемые конструкции применяют также транспортеры и пневмонагнетатели (пневмотранспортные установки).

Укладка и уплотнение бетонной смеси. На стройках, где ведутся бетонные работы, и на заводах сборного железобетона применяется механизированная укладка и уплотнение бетонной смеси вибраторами. Бетонная смесь укладывается в опалубку с установленной в ней арматурой. Уплотняют бетонную смесь вибрированием, которое влияет на реологические свойства: теряет структурную прочность, приобретает свойства тяжелой жидкости и под действием силы тяжести равномерно распределяется в форме, заполняет все промежутки между арматурой и хорошо уплотняется.

Твердение бетона, уход за бетоном, распалубка конструкций. Для получения качественного бетона необходимо обеспечить правильный уход за твердеющим бетоном, так как рост прочности бетона возможен только при определенных температурно-влажностных условиях. При нормальных условиях твердения (температура воздуха $+20^{\circ}\text{C}$ и относительная влажность воздуха $95 \pm 5\%$) марочную прочность бетон набирает через 28 суток после укладки и уплотнения бетонной смеси. При повышении температуры среды до $60...85^{\circ}\text{C}$ и сохранении влаги в бетоне скорость твердения увеличивается. Бетон, твердеющий во влажных условиях, будет иметь значительно большую прочность, чем бетон, твердеющий в сухой среде (на воздухе), так как быстрая потеря влаги бетоном приводит к прекращению его твердения, а значит, и росту прочности. Условия выдерживания бетона и сроки распалубки определяют на основании требований, установленных действующими строительными нормами и правилами.

В течение первых 7 суток бетон набирает $60...70\%$ марочной прочности, поэтому в первые дни после его укладки особенно важен правильный уход.

Свежеуложенный бетон предохраняют от сотрясений, ударов, каких-либо повреждений, а также резких изменений температур, выдерживая его во влажном состоянии и защищая открытые поверхности бетона от прямого воздействия солнечных лучей во избежание высыхания, а в первые часы твердения и от дождя. Для этого горизонтальные поверхности по окончании укладки покрывают специальными или пленкообразующими веществами (битумные эмульсии, латекс, синтетический каучук и др.). Бетон на портландцементе поливают в течение 7 суток, на глиноземистых цементах – в течение 3 суток, на прочих цементах – 14 суток.

Как только бетон набирает прочность, при которой обеспечена при распалубке сохранность поверхностей и граней конструкции, распалубливают боковые элементы опалубки.

Химические или противоморозные добавки – химические соединения, вводимые в бетонную смесь в количестве $2...10\%$ массы цемента и способствующие твердению бетона при отрицательных температурах. К противоморозным добавкам относятся хлористый кальций CaCl_2 , хлористый натрий NaCl , нитрит натрия NaNO_2 , поташ K_2CO_3 . Эти соли снижают точку замерзания воды и обеспечивают твердение бетона на морозе.

9.2.5 Лёгкие бетоны

Легкие бетоны – бетоны, средняя плотность которых составляет от 500 до 1800 кг/м³. Применяют их для изготовления несущих и ограждающих сборных бетонных и железобетонных конструкций с целью снижения массы последних, улучшения теплотехнических и акустических свойств зданий, уменьшения стоимости строительства на 10...20%, затрат на транспортировку на 25%, трудовых затрат на 50%, экономии материалов (особенно при возведении многоэтажных зданий) вследствие уменьшения массы конструкций (до 30...35%), увеличения производительности труда на 20%.

Легкие бетоны используют в разнообразных строительных конструкциях: каркасы зданий, панели стен, покрытия и перекрытия, а также напряженно-армированные элементы конструкций - пролетные строения мостов, фермы, балки и др. Удельная масса легких бетонов в основных конструкциях полносборных зданий может составить около 60%.

Для изготовления легких бетонов используют несколько способов: применение пористых заполнителей, замена заполнителей воздушными ячейками, сочетание первого и второго приемов. В зависимости от способа изготовления легкие бетоны делят на: легкие бетоны на пористых заполнителях и ячеистые бетоны.

Легкие бетоны на пористых заполнителях благодаря особенностям применяемых пористых заполнителей значительно отличаются от обычных тяжелых бетонов. Пористые заполнители отличаются от плотных низкой насыпной плотностью, меньшей прочностью, шероховатой поверхностью зерен. Это оказывает заметное влияние на свойства бетонной смеси - водопотребность и водосодержание. Легкие бетоны на пористых заполнителях имеют пористость до 45%, плотность до 1800 кг/м³.

Легкие бетоны на пористых заполнителях классифицируют по нескольким признакам: по виду пористых заполнителей, по структуре, по назначению.

По виду пористых заполнителей легкие бетоны делят на:

- пемзобетон;
- туфобетон;
- керамзитобетон;
- аглопоритобетон;
- шлакобетон и т.д.

Для производства легких бетонов возможно применение одновременно различных видов пористых заполнителей, из которых производят керамзитоперлитобетон, керамзитовермикулитобетон (в названии бетона сначала указывают вид крупного заполнителя, а затем мелкого); органический заполнитель (древесная дробленка, костра, гранулированный пенополистирол и т.д.), служащий для изготовления разновидности легкого «де-ревобетона» (арболита), и пенополистиролбетона.

Разновидностью легкого бетона является поризованный бетон, который содержит легкий заполнитель и специально поризованный цементный камень. Эта структура получается введением в бетонную смесь пенообразователя (устойчивой пены). Изготовление поризованного бетона требует дополнительных трудозатрат, поэтому его применение сравнительно ограничено.

По структуре эти бетоны делят на следующие виды:

- обыкновенный или плотный легкий бетон, в котором пустоты между зернами крупного заполнителя полностью заполнены цементно-песчаным раствором;
- крупнопористый (беспесчаный) — пустоты между зернами крупного заполнителя свободны.

Крупнопористый бетон экономичен и эффективен, с низкой плотностью и малой теплопроводностью, что снижает расход топлива на отопление помещений в здании; обладает крупнопористым строением (не содержит песка).

Применяют его как стеновой материал для зданий высотой до четырех этажей.

По назначению легкие бетоны подразделяют на:

- теплоизоляционные с плотностью не более 500 кг/м^3 и теплопроводностью не более $0,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, используемые в слоистых конструкциях как достаточно надежная теплоизоляция в виде плит и т.д.
- конструкционно-теплоизоляционные с плотностью $500\text{...}1400 \text{ кг/м}^3$ и теплопроводностью $0,2\text{...}0,64 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, совмещающие функции конструкционного и теплоизоляционного материала и применяемые в несущих и самонесущих ограждающих конструкциях (стенах и перекрытиях)
- конструкционные с плотностью $1400\text{...}1800 \text{ кг/м}^3$, теплопроводностью $0,35\text{...}0,6 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, применяемые в несущих конструкциях (плиты перекрытий и покрытий и другие элементы).

Вязущим веществом в легких бетонах служит обычный ПЦ, ШПЦ, пуццолановый портландцемент или быстротвердеющий портландцемент, выбор которых зависит от условий твердения изделий из легкого бетона (естественное, пропаривание, автоклавная обработка и др.), требуемой прочности бетона и эксплуатационных условий конструкций.

Пористые заполнители участвуют в формировании свойств и структурных особенностях легких бетонов. В качестве заполнителей для легких бетонов применяют природные и искусственные сыпучие пористые материалы в виде щебня или гравия с насыпной плотностью не более 1000 кг/м^3 при крупности зерен $5\text{...}40 \text{ мм}$ и песка с насыпной плотностью не более 1200 кг/м^3 при крупности зерен до 5 мм . Природные пористые заполнители производят путём дробления и отсева легких горных пород - пемзы, вулканического туфа, пористых известняков, известняка-ракушечника и др.; искусственные пористые заполнители - из отходов промышленности

и термической обработкой силикатного, глинистого, шлакового и другого минерального сырья. К ним относятся:

- керамзит и его разновидности (зольный гравий, глинозольный керамзит и др.);
- аглопорит;
- шлаковая пемза (термозит);
- вспученный перлит;
- вспученный вермикулит.

По форме и характеру поверхности пористые заполнители имеют:

- округлую, относительно гладкую поверхность (керамзитовый гравий);
- угловатую и шероховатую поверхность (аглопоритовый щебень, щебень из шлаковой пемзы).

Пористый песок рассеивают на две фракции: мелкий песок (размер зерен до 1,25 мм) и крупный (размер зерен 1,25 до, 5 мм). Пористый щебень (гравий) рассеивают на три фракции: 5...10; 10...20 и 20...40 мм.

Основными показателями свойств пористых заполнителей является насыпная плотность, плотность и прочность зерен, водопоглощение, морозостойкость и др.

По величине насыпной плотности в сухом состоянии (кг/м^3) пористые заполнители имеют следующие марки: М100; М150; М200; М250; М300; М350; М400; М500; М600; М800; М1000 и М1200.

Прочность пористых заполнителей определяется путем раздавливания зерен в стальном цилиндре. Для пористых заполнителей установлено 11 марок по прочности: П25; П35; П50; П75; П100; П125; П150; П200; П250; П300; П350.

Водопоглощение заполнителя зависит как от величины общей пористости, так и от структуры пространства: если поверхность зерен имеет оплавленную корочку (керамзитовый гравий), то водопоглощение значительно снижается.

Содержание вредных примесей в пористых заполнителях, вызывающих коррозию цементного камня и снижение стойкости бетона в эксплуатационных условиях не должно превышать 1%. К вредным примесям относят:

- водорастворимые сернистые соединения;
- глинистые частицы;
- пылевидные частицы.

Бетонные смеси с пористыми заполнителями очень тщательно перемешивают в бетоносмесителях, затем производят укладку и уплотнение смеси в форме теми же способами, что и формование изделий из тяжелого бетона. Для ускорения твердения изделий применяют методы пропаривания, электропрогрева или автоклавной обработки.

Свойства легких бетонов на пористых заполнителях

Основными свойствами этих бетонов являются:

- плотность;
- теплопроводность;
- прочность;
- морозостойкость.

Средняя плотность наиболее распространенных легких бетонов на пористых заполнителях определяется видом и качеством заполнителей (плотностью, зерновым составом и др.), активностью и расходом вяжущего, водоцементным отношением, способом уплотнения бетонной смеси, условиями и сроком ее твердения.

Теплопроводность бетона зависит от плотности, пористости, характера пор и других факторов. В легком бетоне тепло передается через твердый остов и воздух, заполняющий поры, а также в результате конвекции воздуха в замкнутом объеме, поэтому, чем меньше объем пор, тем лучшими теплоизолирующими свойствами будет обладать бетон. Теплопроводность у легких бетонов колеблется от 0,07 до 0,7 Вт/(м·К). Толщина наружной стены в зависимости от теплопроводности легкого бетона может изменяться от 20 до 40 см.

Прочность легких бетонов зависит от активности цемента, водоцементного отношения, условий и длительности твердения, прочности заполнителей и других факторов. Введение в бетон пористых заполнителей снижает его прочность. Основным показателем прочности является класс бетона по прочности при сжатии. В соответствии со стандартом СТ СЭВ 1406—78 по пределу прочности при сжатии установлены следующие классы, МПа: В2; В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В17,5; В20; В22,5; В25; В30; В40; для теплоизоляционных бетонов, кроме названных, предусмотрены классы: В0,35; В0,75; В1. Без учета требований стандарта СЭВ бетоны делят по прочности при сжатии на марки, кгс/см²: М35; М50; М75; М100; М150; М200; М250; М300; М350; М400; М450; М500, а для теплоизоляционных предусмотрены марки: М5; М10; М15; М25.

Морозостойкость легких бетонов может быть не ниже морозостойкости тяжелых, если правильно подобран состав. Бетоны на ПЦ обладают более высокой морозостойкостью, которая возрастает с увеличением количества цемента. По морозостойкости легкие бетоны имеют марки: Р25; Р35; Р50; Р75; К100; Р150; Р200; Р300; К400; К500. Благодаря высокой морозостойкости легкие бетоны на пористых заполнителях широко используют в гидротехническом строительстве, мостостроении.

Ячеистые бетоны являются разновидностью легких бетонов и представляют собой искусственный каменный материал, состоящий из затвердевшего вяжущего вещества и равномерно распределенных в нем искусственно созданных пор в виде ячеек, заполненных воздухом или газом. Ячейки имеют сферическую форму и диаметр 0,5...2 мм; разделяются тон-

кими и прочными перегородками затвердевшего цементного камня, образующих своеобразный несущий каркас материала. Благодаря ячеистой структуре бетон имеет небольшую плотность и малую теплопроводность. Классифицируют ячеистые бетоны по нескольким признакам:

- по способу получения пористой структуры;
- по виду вяжущего;
- по характеру твердения;
- по назначению.

По виду вяжущего различают:

- бетоны на основе портландцемента или смешанных цементов (газо- и пенобетоны);
- известково-кремнеземистых вяжущих (газо- и пеношлакобетоны);
- гипсовых вяжущих (газо- и гипсобетоны).

В названии ячеистого бетона дается вид кремнеземистой добавки (газо-, пенозолобетоны, газо-, пенозолосиликаты и др.).

По характеру твердения различают:

- автоклавные ячеистые бетоны (твердеют в среде насыщенного водяного пара в автоклавах);
- безавтоклавные ячеистые бетоны (твердеют в естественных условиях, пропарочных камерах, термореактивных формах и т.п.).

Автоклавная обработка производится при 175...190°C и давлении пара 0,8...1,2МПа, что способствует ускорению процесса твердения вяжущего, взаимодействию его с кремнеземистым компонентом с образованием гидросиликата кальция (с высокими прочностью и долговечностью) и получению ячеистых бетонов с высокими показателями механических свойств.

По назначению ячеистые бетоны делят на:

- теплоизоляционные с плотностью в воздушно-сухом состоянии до 500 кг/м³ и общей пористостью 75...80%;
- конструктивно-теплоизоляционные с плотностью 500...900 кг/м³ и общей пористостью 60...70%;
- конструкционные с плотностью 900...1200 кг/м³, с объемом пор 40...55%.

Применение – широко применяют конструктивно-теплоизоляционные и теплоизоляционные ячеистые бетоны: из них производят панели наружных и внутренних стен и покрытий зданий, стеновые и теплоизоляционные блоки, ограждающие конструкции, теплоизоляционные и акустические плиты, скорлупы и другие изделия. Стены из ячеистого бетона на 20...40% легче и дешевле стен из легких бетонов на пористых заполнителях. Из ячеистого бетона также изготавливают плиты для бесчердачных крыш и чердачных перекрытий жилых зданий и плиты покрытий промышленных зданий.

В зависимости от способа порообразования ячеистые бетоны делят на:

- пенобетоны;
- газобетоны.

Пенобетоны получают смешиванием цементного теста или цементно-песчаного раствора с устойчивой пеной (с участием пенообразователя – некоторые виды поверхностно-активных веществ: жидкая смесь канифольного мыла и животного клея, водный раствор сапонины (вытяжка из растительного мыльного корня), алюмосульфонафтенный и препарат ГК (гидролизованная кровь с боен).

Пену, цементное тесто или раствор, а также их смесь приготавливают в трехбарабанных пенобетономешалках: в двух верхних барабанах вращаются валы с лопастями - в одном взбивается пена, во втором смешивается цемент с водой и кремнеземистым компонентом. Под ними находится третий барабан, в котором в течение 2...3 мин. тщательно перемешивают готовую пену и раствор. Пенобетонную смесь разливают в формы для изделий, которые направляют в автоклавы или пропарочные камеры для твердения.

Газобетон получают смешиванием ПЦ (иногда с добавкой воздушной извести), кремнеземистого компонента и газообразователя (тонкоизмельченный алюминиевый порошок (пудра) – применяют в виде суспензии, или пергидроль (водный раствор перекиси водорода H_2O_2).

Процесс газообразования происходит в результате химического взаимодействия между гидроксидом кальция и алюминиевой пудрой по реакции:



Выделяющийся водород вспучивает тесто, которое затвердевает и сохраняет пористую структуру.

Газобетонные изделия изготовляют литьевым, вибрационным и резательным способами. Первый способ - наиболее распространённый. В газобетоносмеситель загружают песчаный или зольный шлам, затем воду, вяжущее и суспензию газообразователя. Эту смесь в сжатые сроки загружают в формы, заполняя их с таким расчетом, чтобы после окончания вспучивания форма была заполнена доверху. Избыток смеси (горбушку) после схватывания срезают проволочными струнами. После вызревания в формах газобетон обычно подвергают ускоренному твердению в автоклавах.

Преимущества - газобетон проще в изготовлении, изделия из него имеют более мелкие поры и более устойчивое качество.

Свойства ячеистых бетонов

Плотность является главной количественной характеристикой структуры ячеистого бетона, определяющая все его технические свойства. По показателям плотности ячеистый бетон имеет марки ($кг/м^3$): В300; О400; Б500; О600; Б700; В800; В900; Б1000; В1100; В1200.

По назначению ячеистые бетоны делят на:

- теплоизоляционные, с плотностью 300...500 кг/м³;
- конструктивно-теплоизоляционные, с плотностью 500...900 кг/м³;
- конструкционные, с плотностью 900...1200 кг/м³.

Прочность ячеистого бетона определяют при сжатии образцов-кубов с длиной ребра 100 мм, прошедших автоклавную обработку и имеющих влажность 10% по массе. В соответствии со стандартом СТ СЭВ 1406-78 по пределу прочности при сжатии установлены следующие классы, МПа: В1; В1,5; В2; В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15. Без учета требований этого стандарта, показатели прочности на сжатие характеризуются марками; кгс/см²: Мб; М10; М15; М25; М35; М50; М75; М100; М150; М200.

Морозостойкость ячеистого бетона зависит от особенностей поровой структуры бетона. Для повышения морозостойкости необходимо создавать ячеистую структуру с замкнутыми порами при использовании вибрации в период формирования изделий, которая разрушает крупные ячейки и образует равномерно распределенные мелкие замкнутые поры. По морозостойкости ячеистые бетоны имеют следующие марки: F15; F25; F35; F50; F70; F100.

Водопоглощение так же, как и морозостойкость, зависит от величины и характера пористости. При плотности 700...900 кг/м³ водопоглощение по массе составляет 30...40%.

Теплопроводность ячеистого бетона зависит от плотности и влажности и соответствует хорошим теплозащитным материалам.

Влажность ячеистых бетонов после автоклавной обработки составляет обычно 15...35%. Для защиты от коррозии стальную арматуру покрывают цементно-битумной или цементно-полистирольной обмазкой.

Ячеистые бетоны имеют высокую *звукоизолирующую* и *звукопоглощающую способность*, поэтому их используют для изготовления звукопоглощающих плит для акустической отделки потолков и стен.

По **огнестойкости** многие ячеистые бетоны превосходят тяжелые цементные бетоны (4 ч при 800°C).

Изделия из ячеистого бетона поддаются механической обработке (пилению, фрезерованию, сверлению и др.); в процессе производства введением пигментов может быть изменен цвет изделия (от белого до серо-синего).

Применение - для легких железобетонных конструкций и теплоизоляции. Из общего выпуска изделий из ячеистых бетонов теплоизоляционные плиты и элементы составляют около 60%, стеновые панели и блоки — 30, конструкции покрытий — 10%. Конструкции из ячеистых бетонов долговечны в зданиях с сухим и нормальным влажностным режимами (относительная влажность воздуха 60...70%).

9.3. ЖЕЛЕЗОБЕТОН

9.3.1. Общие сведения и классификация

Железобетон - строительный материал, в котором бетон и стальная арматура органично составляют единый комплекс благодаря тому, что сталь и бетон имеют практически одинаковые температурные коэффициенты линейного расширения, что обеспечивает полную монолитность железобетона и долговечную эксплуатацию железобетонных конструкций в жестких режимах работы. Бетон при твердении прочно сцепляется со стальной арматурой и защищает ее от коррозии, хорошо сопротивляется сжимающим нагрузкам, но плохо противодействует растягивающим напряжениям. Прочность бетона на сжатие примерно в 10...18 раз больше, чем на растяжение. Сталь, обладая очень высоким пределом прочности при растяжении, способна воспринимать растягивающие напряжения, возникающие в железобетонной конструкции. Наиболее целесообразно сочетается работа двух совмещенных материалов с различными свойствами (бетона и стали) в строительных изделиях, подверженных изгибу: стальную арматуру располагают таким образом, чтобы она воспринимала растягивающие усилия, а сжимающие напряжения возникали в бетоне, благодаря чему в итоге железобетонное изделие хорошо сопротивляется изгибающим нагрузкам.

Железобетон как строительного материала появился благодаря изобретению французского садовника Ж. Монье, который в 1849г. изготовил большие кадки для апельсиновых деревьев, заложив в цементный раствор сетку из тонких железных прутьев и в 1867 г запатентовал изобретение во Франции. А вообще армирование применяли ещё в 470 г. до н.э. в Греции, Сицилии.

В 1854 г. английский специалист В.Б. Уилкинсон получил патент на конструкцию огнестойких перекрытий в зданиях, изготавливаемых из бетона, армированного рядами проволочных тросов. В 1855 г. французский инженер Ж. Лямбо изготовил и показал на Всемирной выставке в Париже железобетонное гребное судно.

В конце XIX в. железобетон начали широко применять в России, в странах Западной Европы и Америке. В конце 20-х - в начале 30-х годов XX в. появились первые здания из сборных железобетонных изделий. Русские ученые Н.А. Белелюбский, И.Г. Малюга, С.И. Дружинин, Н.К. Лахтин, Я.В. Столяров, К.В. Михайлов и др. внесли значительный научный вклад в создание предварительно напряженных изделий и конструкций, в которых оба компонента работают максимально: бетон всегда сжат, а стальная арматура растянута.

Преимущества: применение сборного железобетона обеспечивает экономию металла и бетона, повышение производительности труда и тем-

пов индустриализации строительства, улучшение качества, сокращение сроков и снижение стоимости строительства.

Железобетонные конструкции и изделия по способу изготовления разделяют на:

- монолитные;
- сборные;

по способу армирования и состоянию арматуры:

- обычные;
- предварительно напряженные.

Монолитные железобетонные конструкции изготавливают непосредственно на месте строительства: подготавливают опалубку из металла, древесины или других материалов, затем укрепляют арматуру, производят подачу, укладку и уплотнение бетонной смеси. Распалубливание конструкции производят после твердения и достижения бетоном необходимой проектной прочности.

Преимущества – монолитные конструкции обладают высокой жесткостью; архитектурные формы зданий и сооружений из монолитного железобетона разнообразны, отличаются индивидуальностью и своеобразной пластикой.

Недостатки – при бетонировании монолитных конструкций в зимнее время возникают значительные трудности, затрачиваются материалы на изготовление опалубки и большое количество ручного труда.

Сборные железобетонные изделия и конструкции изготавливают на специализированных заводах, где производят сборные материалы для всех видов строительства. Они поставляются на строительство в готовом виде; значительно сокращается трудоемкость бетонных и железобетонных работ, ускоряются темпы и снижается стоимость строительства.

Преимущества (по сравнению с монолитными железобетонными конструкциями):

- высокое качество и долговечность;
- экономия расхода стали и бетона, древесины для устройства подмостей, опалубки;
- возможность перенести основную часть работ по возведению зданий и сооружений на завод с высокомеханизированным технологическим процессом, упростить производство работ в зимний период и др.

Недостаток – значительный вес и размеры, что требует специализированного транспорта при их перевозке и грузоподъемных средств при монтаже.

В настоящее время сборные бетонные и железобетонные изделия и конструкции изготавливают для всех основных частей современных зданий и сооружений:

- фундаментные плиты и блоки;

- элементы каркаса зданий и междуэтажных перекрытий;
- стеновые панели и блоки;
- лестничные марши и площадки;
- элементы для специальных видов строительства (подземного, дорожного, гидротехнического, мостостроения) и т.д.

В зависимости от назначения разнообразные сборные железобетонные изделия подразделяют на группы:

- для жилых и гражданских зданий;
- для промышленных зданий;
- для инженерных сооружений и сооружений различного назначения.

9.3.2. Способы производства железобетонных изделий

Производство сборных бетонных и железобетонных изделий - комплексный процесс, состоящий из следующих основных операций:

- приготовление бетонной смеси;
- изготовление арматуры и арматурных каркасов;
- формование изделий;
- тепловлажностная обработка;
- декоративная отделка лицевых поверхностей изделий.

Современные предприятия сборного железобетона изготавливают изделия следующими способами по трем схемам производства:

- в стационарных неподвижных формах - стендовый и кассетный способы;
- в формах, перемещающихся по отдельным технологическим постам, поточно-агрегатный и конвейерный способы;
- методом непрерывного формования – вибропрокат изделий на стане.

Стендовый способ. Стенд – железобетонная площадка, на которую устанавливается опалубка с формой будущего изделия. За весь период технологического цикла изделие остается на месте, а технологическое оборудование для выполнения отдельных операций по укладке арматуры, бетонной смеси и ее уплотнению перемещается последовательно от одного стенда к другому. При формовании изделий сложной конфигурации (лестничный марш, ребристая панель и т.п.) вместо стендов применяют матрицы - железобетонные формы, днища которых представляют собой обратный отпечаток конфигурации бетонируемого изделия. В тело матрицы закладывают приборы отопления – трубы, через которые пропускают пар или горячую воду или применяют электрообогрев конструкций (для ускорения твердения бетона).

Преимущества стандового способа – простота применяемого оборудования.

Недостаток – требуются большие производственные площади.

Применение – для изготовления крупногабаритных или длинномерных изделий.

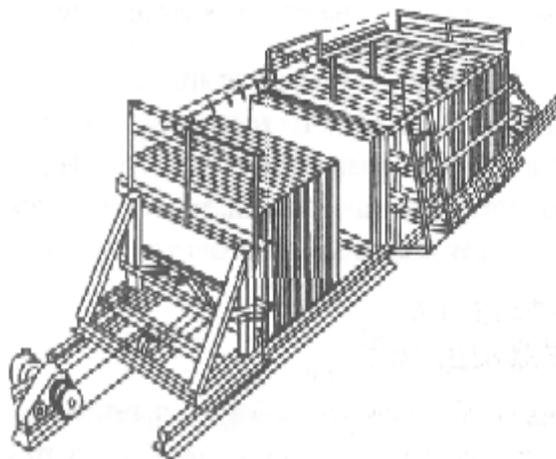


Рис. 24. Кассета для изготовления железобетонных изделия

Кассетный способ – способ, при котором формование и твердение изделий происходит в неподвижной вертикальной форме-кассете (рис. 24). Последняя представляет собой несколько отсеков, образованных стальными перегородками, на которой осуществляется полный цикл производства изделий – укладка арматуры, укладка и уплотнение бетонной смеси и твердение бетона. Количество одновременно формуемых изделий соответствует числу отсеков в кассете. Рекомендуется применять данный способ для производства тонкостенных изделий (стеновые панели, панели перекрытий, балконные плиты), санитарно-технических кабин и т.п.

Поточно-агрегатный способ предполагает все операции по изготовлению железобетонных изделий выполнять на специальных постах, образующих поточную технологическую линию и имеющих стационарное оборудование. Изделие вместе с формой при помощи транспортных средств перемещается по потоку от поста к посту с различными интервалами времени (от 2-5 мин до 6-10 ч).

Преимущества – использование сравнительно несложного технологического оборудования и гибкость производства, позволяющая при незначительной переналадке оборудования быстро переходить на выпуск другого типа изделий; изделия выпускаются с широкой номенклатурой.

Недостаток - требуются большие производственные площади, капитальные затраты и время.

Конвейерный способ – более совершенный, ритмичный, обеспечивающий высокую механизацию и производительность труда. Это замкну-

тая линию-конвейер, которая включает несколько технологических операций, выполняющихся на отдельных постах. По конвейеру от одного поста к другому перемещается изделие.

Применение - данный способ производства экономически целесообразен только на заводах большой мощности, выпускающих однотипные изделия.

Способ *непрерывного вибропроката* позволяет осуществлять непрерывный, полностью механизированный и автоматизированный процесс производства железобетонных изделий на вибропрокатных станах конструкции Н.Я. Козлова (рис. 25) - непрерывно движущаяся формующая лента из объемных или плоских пластин. Сначала на ленту распылителем наносят смазку, затем укладывают арматурный каркас, бетонную смесь при помощи бетоноукладчика, который равномерно распределяет ее по ширине формующей ленты.

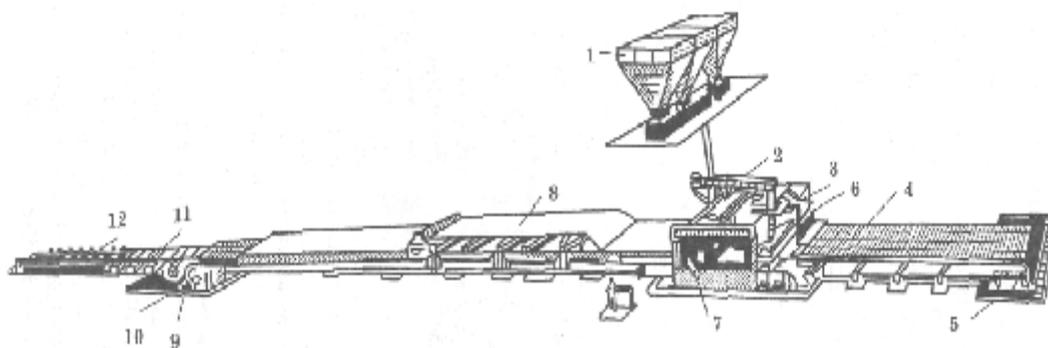


Рис. 25. Вибропрокатная установка:

- 1 – дозирочное отделение; 2 – шнек-смеситель; 3 – бетоносмеситель;
4 – формующая лента; 5 – натяжная станция; 6 – формующая секция; 7 – калибрующая секция; 8 – секция термической обработки; 9 – привод стана; 10 – приводная станция; 11 – обгонный рольганг; 12 – опрокидыватель

Уплотняют бетонную смесь при помощи вибрирования и частично прокатом. Отформованное изделие по мере движения ленты поступает в зону тепловлажностной обработки, где используют контактный прогрев за счет подачи пара с температурой 105-110°С под формующую ленту. Спустя 40 мин. изделие подвергается подогреву до температуры 95-98°С продолжительностью тепловой обработки 2 ч для тяжелых бетонов и 4 ч для легких бетонов на пористых заполнителях. Затем специальный опрокидыватель переворачивает изделие из горизонтального положения в вертикальное и его транспортируют на склад готовой продукции или к месту комплектации изделий. Часовая производительность стана достигает 80 м² панелей.

Применение - изготавливают плоские железобетонные панели перекрытий, панели несущих стен толщиной 140 мм, размером на комнату, часто-ребристые тонкостенные скорлупы и др.

9.4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ И СУХИЕ РАСТВОРНЫЕ СМЕСИ

9.4.1. Общие сведения, свойства и классификация

Строительный раствор – искусственный каменный материал, полученный в результате твердения рационально подобранной смеси минерального вяжущего вещества, воды и мелкого заполнителя (песка). По составу строительный раствор является мелкозернистым бетоном.

Растворная смесь – смесь минерального вяжущего, воды и песка до затвердевания. Растворная смесь без затворителя (воды) является сухой растворной смесью.

В строительном растворе, в отличие от бетона, отсутствует крупный заполнитель (щебень и гравий), поэтому растворные смеси более пластичны, но и менее прочные.

Строительные растворы начали применять за 3000 лет до н.э. Например, известковый раствор применялся при возведении некоторых египетских пирамид и других древних построек. На Руси для приготовления водостойких растворов к извести добавляли яичный белок, творог, другие органические вещества.

Русские ученые Н.А. Попов, И.Т. Котов и др. посвятили свои работы изучению свойств строительных растворов, разработке рецептов для улучшения пластичности, повышения прочности и морозостойкости растворов.

Применение – для соединения в монолит кирпичной, каменной кладки или крупных изделий (панелей, блоков и др.) при строительстве сборных жилых и промышленных зданий, а также при декоративной отделке стен, потолков, для устройства полов, для выполнения штукатурных работ и специальных целей.

Классифицируют строительные растворы по следующим признакам:

- плотности;
- виду вяжущего;
- назначению.

По плотности различают:

- тяжелые растворы плотностью более 1500 кг/м^3 (для их изготовления применяют тяжелые кварцевые и другие пески);
- легкие растворы плотностью менее 1500 кг/м^3 (в качестве заполнителей в них используют пористые пески из пемзы, туфов, шлаков и других легких пород и отходов).

По виду вяжущего вещества строительные растворы бывают:

- цементные, приготовленные на портландцементе и его разновидностях;
- известковые – на воздушной или гидравлической извести;

- гипсовые – на основе гипсовых вяжущих веществ (строительного гипса и ангидридовых вяжущих).

Растворы, приготовленные на одном виде вяжущего вещества, называются *простыми*, а на нескольких видах вяжущего вещества – *смешанными* или *сложными* (цементно-известковый, известково-гипсовый).

Вяжущее для растворов выбирают с учетом его назначения, предъявляемых к нему требований, условий эксплуатации зданий и сооружений.

В целях экономии цемента в цементных растворах часть цемента заменяют известью или глиной, для ускорения твердения известковых растворов известь смешивают с гипсом, с целью повышения пластичности в раствор добавляют поверхностно-активные вещества (мылонафт и др.); для зимней кладки - противоморозные добавки (поташ, нитрат натрия и др.).

По назначению различают:

- кладочные растворы для каменной кладки и монтажа стен из крупноразмерных элементов (панелей, блоков и т.п.);
- отделочные для штукатурки и нанесения декоративных слоев на стеновые блоки и панели;
- специальные, обладающие особыми свойствами и имеющими узкое применение (акустические, гидроизоляционные, тампонажные, инъекционные, рентгенозащитные).

В зависимости от свойств основного вяжущего различают:

- воздушные растворы, твердеющие в воздушно-сухих условиях;
- гидравлические, которые, начав твердеть на воздухе, продолжают твердеть в воде или во влажных условиях.

В состав строительного раствора входят:

- вяжущее вещество (цемент, известь, гипс, глина);
- затворитель (вода), обеспечивающий образование вяжущего теста и протекания химических реакций между вяжущим и водой;
- мелкий заполнитель (песок), который в растворе создает объем более 60% и жесткий скелет в растворе, улучшает технологические свойства, повышает трещиностойкость и экономит расход вяжущего вещества.

При твердении вяжущих веществ происходит усадка, вызывающая значительные напряжения в материале и образование трещин в штукатурном слое, поэтому, чем больше в твердеющей системе будет инертного материала-заполнителя, тем меньше станет ее усадка.

Заполнители – грубодисперсные материалы, входящие в состав строительных растворов, мозаичных смесей и бетонов. В строительных растворах применяют мелкий заполнитель.

В зависимости от насыпной плотности заполнители бывают:

- тяжелые с насыпной плотностью более 1200 кг/м³;
- легкие с насыпной плотностью 1200 кг/м³.

К тяжелым заполнителям относят:

- природный песок;
- гранитная и мраморная крошки (для декоративных растворов).

К легким заполнителям относят пористые материалы:

- перлитовый песок;
- керамзитовый песок;
- пемзовый песок;
- древесные опилки;
- доменный шлак;
- соломенная сечка и др.

Песок, предназначенный для растворов, не должен содержать фракции зерен крупнее 5 мм, для штукатурных растворов песок, идущий на грунт, не должен превышать 2,5 мм, а для отделочного слоя штукатурки 1,2 мм. Содержание зерен, проходящих через сито № 016, не должно превышать 10% по массе.

Заполнители бывают:

- холодные (объемный вес более 1000 кг/м^3) – песок, гравий, щебень и др.;
- легкие теплые (объемный вес менее 1000 кг/м^3) – пемза, шлак, асбест, древесный уголь и др.

Пески классифицируются по крупности зерен:

- крупнозернистые – от 2 до 5 мм;
- среднезернистые – от 0,5 до 2 мм (для штукатурных работ);
- мелкозернистые – до 0,5 мм (для штукатурных работ).

Шпат – продукт тонкого измельчения природного гипсового камня. Применяют в качестве наполнителя и заменителя мела.

Щебень – мелкий (крупность зерен 5-20 мм) и средний (20-50 мм). Входит в состав штукатурных растворов.

Шлаковый песок получают из шлака путем дробления и просеивания и применяют в растворах для оштукатуривания помещений с целью их утепления. Штукатурка при этом должна быть не менее 3 см.

Древесный уголь дробят и просеивают. Мелкий уголь, с крупностью зерен до 5 см, можно применять как обычный песок для приготовления растворов.

Асбест применяют в виде в виде волокна или порошка (повышает влагоустойчивость раствора).

Пемза применяется мелкая, предварительно просеянная через сито с ячейками от 2×2 до 5×5 мм.

Вспомогательные материалы

Используются при штукатурных работах.

Поваренная соль, кальций хлористый, алюминий, калий сернокислый и др. используются в виде растворов для ускорения или замедления схватывания и отверждения вяжущих материалов. Данные вспомогательные материалы оказывают различное действие на вяжущие материалы: поваренная соль – ускоряющее на гипс; кальций хлористый – ускоряющее на известь воздушную и портландцемент, калий сернокислый – замедляющее на известь воздушную и портландцемент и ускоряющее на гипс.

Флюаты (в основном кремнефтористоводородные соли магния и алюминия) благодаря взаимодействию с известковым компонентом штукатурки применяют для укрепления поверхностного слоя штукатурки.

Церезит (смесь кальциевых и алюминиевых солей олеиновой кислоты, разведенная водой) используют для повышения водонепроницаемости цементного раствора. Хранят его в плотно закрытой таре, предохраняя летом от высыхания, зимой – от замерзания. При использовании в зимний период в церезит целесообразно добавлять около 10% денатурированного спирта.

Клей (костный, мездровый) без примесей, гнилостного запаха и плесени применяется для замедления схватывания гипсовых растворов.

Для утепления стен, перегородок, потолков применяют изоляционные материалы: войлок, рогожу, мешковину, пергамин (плотную бумагу); для лучшего удержания раствора на гладких поверхностях применяют штукатурные гвозди, проволоку, сетку, камыш, ивовые прутья и т.д.

Войлок должен быть плотным, цельным. Для предохранения от биоповреждений его пропитывают трехпроцентным раствором фтористого натрия и хорошо просушивают.

Рогожа не должна быть загрязнена маслами, солью, рыбой, мясом, иначе её необходимо подвергнуть очистке и сушке.

Мешковина бывает в рулонах и кусках. Она должна быть сухой и чистой.

Драться – это лучины (обычно сосновые) длиной от 1 до 2 м, без следов биоповреждений. Колотую драться шириной 15-20 мм и толщиной 3-4 мм (более узкая и тонкая бракуется) упаковывают в пучки по 50-100 шт., пиленую драться шириной 25-30 мм и толщиной 4-5 мм – по 100-120 шт. Драться можно заменить камышом или ивовыми прутьями. Толстые прутья раскалывают на две части.

Гвозди штукатурные применяют для прибивки драться, камыша, ивовых прутьев к деревянным и другим поверхностям. Штукатурные гвозди имеют следующие размеры:

- 25-миллиметровые (d=1,6 мм);
- 30-миллиметровые (d=1,8 мм);
- 40-миллиметровые (d=2 мм).

Свойства строительных растворов

Свойства строительных растворов определяют по ГОСТ 5802-86.

Удобоукладываемость – это свойство растворной смеси свободно укладываться на шероховатую поверхность камня или кирпича тонким и ровным слоем и не расслаиваться при хранении, транспортировании и перекачивании насосами. Она зависит от подвижности и водоудерживающей способности и является реологическим свойством.

От удобоукладываемости растворной смеси зависит качество каменной кладки и штукатурного слоя. Если растворная смесь обладает хорошей удобоукладываемостью, то она заполняет все неровности основания и плотно к нему прилегает. При недостаточной удобоукладываемости слой будет неровным, с разрывами и неравномерной толщиной.

Подвижность - способность растворной смеси растекаться под действием собственной массы или приложенных к ней внешних сил и заполнять все неровности основания. Она зависит от количества воды, взятой для затворения и вяжущего, от вида вяжущего и заполнителя, соотношения между вяжущим и заполнителем. Ее можно регулировать, увеличивая или уменьшая расход вяжущего или воды.

Водоудерживающая способность – это свойство растворной смеси удерживать воду при укладке ее на пористое основание и не расслаиваться в процессе хранения и перевозки. Она зависит от соотношения воды и вяжущего и от количества вяжущего в смеси. Введение в смесь тонкодисперсных неорганических веществ (золы, молотого шлака, глины и др.) и органических пластификаторов способствует нормальному ее твердению, хорошему сцеплению с кирпичом или камнем.

Высокая водоудерживающая способность обуславливает нераслаиваемость раствора при транспортировании.

Прочность затвердевшего раствора характеризуется маркой прочности и зависит от двух факторов: активности вяжущего вещества (R_u) и цементно-водного отношения (Ц/В). Марку раствора устанавливают по пределу прочности при сжатии стандартных образцов – кубов с размером ребер 70,7 мм или балочек размером 40x40x160 мм, изготовленных из растворной смеси и испытанных после 28-суточного твердения при 15...25°C в соответствии с ГОСТ 5802-78.

По пределу прочности при сжатии для растворов установлено 9 марок; 4; 10; 25; 50; 75; 100; 150; 200 и 300.

Растворы при нахождении в нормальных условиях способны твердеть и набирать прочность в течение длительного времени.

Морозостойкость раствора устанавливают испытанием образцов – кубов с размером ребер 70,7 мм путем попеременного замораживания и оттаивания.

По морозостойкости строительные растворы разделяются на 9 марок; F10; F15; F25; F35; F50; F100; F150; F200 и F300.

9.4.2. Растворы для каменной кладки

Растворы для каменной кладки призваны обеспечивать прочность, монолитность и долговечность кладки и полносборных зданий.

Составы растворов, вид исходного вяжущего, марка прочности раствора для различных видов каменных и монтажных работ устанавливаются с учетом требований по прочности, характера конструкций и условий их эксплуатации.

Для каменной кладки и монтажа стен используют растворы на следующих видах вяжущих:

- на ПЦ и ШПЦ (для монтажа стен из панелей и крупных бетонных и кирпичных блоков, изготовления виброкирпичных панелей и крупных блоков, для обычной кладки на растворах высоких марок, а также кладки, выполняемой способом замораживания);
- на основе извести и местных вяжущих (известково-шлаковых, известково-пуццолановых – для малоэтажного строительства и растворов низких марок);
- на пуццолановом и сульфатостойком ПЦ (для конструкций, работающих в условиях агрессивных и сточных вод).

Для каменной кладки и монтажа полносборных зданий применяют:

- простые растворы (цементные и известковые);
- смешанные (цементно-известковые, цементно-глиняные).

Цементные растворы применяют для подземной кладки и кладки ниже гидроизоляционного слоя. Они обладают высокой прочностью и водостойкостью.

Цементно-известковые растворы используют для возведения подземных и надземных частей зданий. Они обладают высокой прочностью, морозостойкостью и хорошей удобоукладываемостью.

Известковый раствор применяют для надземных частей зданий. Они отличаются высокой пластичностью, хорошим сцеплением с поверхностью, малой усадкой, высокой долговечностью и удовлетворительной морозостойкостью, но медленно твердеют.

В строительстве чаще всего применяют строительные растворы марок 10; 25; 50; 75 и 100.

Применение:

Для каменной кладки наружных стен зданий применяют цементные и цементно-известковые растворы марок 10; 25; 50 в зависимости от влажностных условий и долговечности здания: для зданий при относительной влажности воздуха помещений 60% и менее марка раствора не ниже 10; при повышении влажности до 75% – не менее 25, а при влажности 75% и более – не менее 50.

Для подземной кладки и кладки цоколей ниже гидроизоляционного слоя используют цементные и цементно-известковые растворы марок 50 и

75. При армированной кладке стен помещений с относительной влажностью воздуха до 60% и сухих условиях эксплуатации марка растворов не менее 25, а для помещений с относительной влажностью выше 60% — не ниже 50.

Для повышения пластичности цементных растворов в их состав вводят органические пластификаторы в количестве 0,03...0,2% по массе цемента.

9.4.3. Отделочные растворы

Отделочные растворы разделяют на растворы:

- для обычных штукатурок;
- декоративные.

Растворы для обычных штукатурок представляют собой растворы, составы которых устанавливают с учетом их назначения, вида оштукатуриваемых поверхностей, условий эксплуатации и долговечности здания или сооружения.

В зависимости от назначения штукатурные растворы разделяют на растворы:

- для наружных стен;
- для внутренних стен.

Приготавливают растворы на следующих видах вяжущих:

- цементных;
- цементно-известковых;
- известковых;
- известково-гипсовых;
- гипсовых.

Штукатурные растворы должны обладать необходимой степенью подвижности, иметь хорошее сцепление с основанием и не образовывать трещин при твердении (табл.12). В проекте обычно указывают вид раствора.

Для штукатурки наружных каменных и бетонных стен, цоколей, поясков, карнизов, подвергающихся периодическому увлажнению, применяют цементные растворы на ПЦ и ШПЦ. Для оштукатуривания таких же стен, но не подвергающихся увлажнению, используют известковые и цементные растворы на ПЦ марки 400, а также растворы на известкосоодержащих вяжущих. Наружные деревянные и гипсовые стены штукатурят известковыми растворами с добавкой глины, гипсового вяжущего.

Растворы для цветных декоративных штукатурок. Цветные декоративные растворы применяют для:

- отделки фасадов;

- заводской отделки лицевых поверхностей стеновых панелей и крупных блоков.

Декоративные штукатурки не окрашивают. Они бывают либо цветные (применяют окрашенный пигментами цемент или цветной цемент и цветные заполнители), либо фактурные неокрашенные. Ведущая роль в декоративном решении интерьеров принадлежит цветным штукатуркам, которые, благодаря отработанной рецептуре и введению новых добавок, относятся к наиболее качественным, декоративным и экономичным отделкам поверхностей.

Преимущества цветных декоративных штукатурок:

- придают интерьеру монументальность;
- повышает эксплуатационные качества интерьера;
- позволяют создать множество цветных фактурных и рельефных поверхностей и выполнить гладкую, фактурную, мелко- и крупнорельефную, одно- и многоцветную плоскости;
- позволяют разнообразить цветовое решение фасадов;
- создают имитацию более дорогих видов отделки, например облицовку природным камнем;
- прекрасно сочетаются со всеми материалами: могут быть как основным мотивом в решении интерьера, так и фоном для других материалов.

Материалами для декоративных штукатурок служат:

- известь;
- цемент;
- песок;
- каменная крошка;
- гравий;
- галька;
- в качестве заполнителя битое стекло (цветное и бесцветное), антрацит, слюду (для повышения декоративности).

Для повышения водонепроницаемости и водоотталкивающих свойств в состав штукатурок вводят:

- добавки (полимеры, жидкое стекло, гидрофобные вещества)
- пигменты, которые должны быть щелоче- и светоустойчивыми, с хорошей красящей способностью, инертными по отношению к другим компонентам (особенно добавкам).

Для придания блеска декоративной штукатурке в раствор добавляют дробленое стекло (до 10%) или дробленую слюду в количестве до 1% (от массы остальных заполнителей), но из-за невысокой прочности и морозостойкости последней ее редко применяют в декоративных растворах.

Основными видами декоративных штукатурок являются:

- известково-песчаные;

- терразитовые;
- каменные;
- сграффито.

При приготовлении декоративных растворов и составов для оштукатуривания фасадов в качестве вяжущих материалов чаще всего используют гидравлическую известь или портландцементы (обычный, белый или цветной), а для цветных штукатурок внутри зданий — известь и гипсовые вяжущие. Для разбела обычных ПЩ в них вводят добавки тонко молотого известняка, мрамора, доломита, маршалита, диатомита, оксида титана (до 25% от массы цемента). Марка разбеленного цемента должна быть не ниже 300.

Известково-песчаные штукатурки - цветной известково-песчаный раствор с добавкой ПЩ или белого цемента (для повышения прочности и водостокости), отличающийся не только разнообразным цветом, но и фактурой, которая дает возможность скрыть различные дефекты. Этот вид раствора является наиболее экономичными. Возможна имитация поверхности штукатурки под природный камень — травертин или песчаник. В отдельных случаях, чтобы получить штукатурку определенного цвета, пользуются мраморными, известняковыми, туфовыми высевками. Применяют для оштукатуривания фасадов зданий и значительно реже для внутренней отделки.

Терразитовые штукатурки получают из специально приготовленных терразитовых смесей, состоящих из вяжущего вещества, песка и каменной крошки. Применяют в основном для отделки фасадов и значительно реже для отделки внутренних помещений.

В качестве заполнителей для растворов используют терразитовые смеси, содержащие песок и каменную крошку. Сухие растворные терразитовые смеси выпускают разных цветов: белые, светло-серые, серые, кремовые, светло-желтые, желтые, розовые, терракотовые, красные, красно-коричневые, светло-коричневые, коричневые, палевые, голубые, бирюзовые, синие, зеленые и светло-зеленые.

Каменные штукатурки получают на основе близких к бетонам составов, содержащих каменную крошку. После обработки камнеобрабатывающими инструментами или протравливания 10%-ным раствором соляной кислоты (разрушает поверхностный слой цементного камня, обнажая поверхность каменной крошки) поверхность штукатурки имитирует определенную горную породу (гранит, мрамор).

Штукатурка сграффито (означает «срезанный», «выцарапанный») — особый вид декоративно-художественных штукатурных работ, при котором сначала наносят два или более накрывочных слоя, а затем частично срезают (процарапывают) один или два верхних слоя, создавая таким образом орнаментный или даже сюжетный рисунок.

Оштукатуривание декоративными растворами и составами выполняют по ровной поверхности из обычного штукатурного раствора, на который наносится подготовительный слой (грунт), а затем за один или два раза – декоративный слой (накрывка).

«Байрамикс» – декоративная штукатурка, готовая к применению как декоративно-отделочный материал, изготовленный по особой технологии из натурального камня: гранита, мрамора или керамической крошки. Вяжущим веществом служат синтетические смолы, акриловые связующие компоненты, специальные наполнители. Данное покрытие отличается механической прочностью, гидрофобностью, морозо-, влаго-, водо-, звуко- и теплонепроницаемостью, декоративностью, долговечностью, экологичностью, отсутствием токсичности.

Применение – для покрытия потолков и стен, для наружных и внутренних поверхностей жилых и общественных зданий, интерьеров банков, офисов, кинотеатров, аптек, гостиниц, ресторанов и коттеджей. Основанием может служить бетон, гипс, штукатурки, гипсокартонные плиты, металл, стекло, пластмасса, дерево.

Штукатурки из синтетических материалов применяют в виде крошек различных материалов, прикрепленных к отделываемой поверхности различными клеевыми составами для отделки фасадов и помещений административных и общественных зданий. Покрытие наносят на ровную бетонную поверхность или основание.

Крошку для синтетической штукатурки (гранитную, стеклянную, керамическую, сланцевую, полимерную, гранулированную и др.) набрасывают на клеевой слой крошкетом под давлением 0,15 ... 0,2 МПа. Фактура поверхности зависит от крупности крошки. Крошка крупностью менее 0,5 мм, к которой иногда добавляют цветной портландцемент, дает фактуру, имитирующую ткань (например, бархат); крошка крупностью 2-5 мм дает крупнозернистую фактуру поверхности.

«Датская» декоративная штукатурка (жидкие обои) – композиция натурального целлюлозного волокна и связующего вещества на основе карбамидметилцеллюлозы и специальных добавок из натуральных компонентов. При затвердевании «датской» декоративной штукатурки формируется своеобразная пористая структура, которая обеспечивает покрытие хорошие тепло- и звукоизоляционные свойства.

9.4.4 Специальные растворы

Специальные растворы бывают:

- акустические;
- гидроизоляционные;
- тампонажные;
- инъекционные;
- рентгенозащитные.

Акустические растворы – растворы, в которых вяжущими являются ПЦ, ШПЦ, известь, гипс или их смеси, а заполнителями - однофракционные пески крупности 3-5 мм из легких пористых материалов (вспученного перлита, пемзы, шлаков, керамзита и др.). Предназначены они в качестве звукопоглощающей штукатурки - для снижения уровней шумов, поглощения звуков - в больницах, читальных и концертных залах, студиях звукозаписи и других зданиях и сооружениях.

Гидроизоляционные растворы предназначены для отделки стен подвалов, для устройства гидроизоляционного слоя, подвергающегося воздействию агрессивных вод, для отделки поверхностей различных емкостей для жидких продуктов. Вяжущими в них являются ПЦ повышенных марок (400 и выше), сульфатостойкий, водонепроницаемый расширяющийся цементы, а заполнителями - кварцевый песок или искусственно полученный песок из прочных пород.

С целью повышения водонепроницаемости в состав вводят уплотняющие добавки: алюминат натрия, полимерные или битумные эмульсии, латексы и др. или используют расширяющиеся цементы. Таким раствором заделывают трещины и каверны в бетоне, швы и стыки в сооружении.

Инъекционные растворы используют в виде цементно-песчаного раствора, приготовленного на мелком песке или в виде цементного теста и имеющего высокую прочность (марка 300) и водоудерживающую способность. В качестве вяжущего используют портландцемент марки 400 и выше.

Применение – для заполнения каналов предварительно напряженных конструкций.

Рентгенозащитные растворы – это тяжелые растворы с плотностью более 2200 кг/м^3 , вяжущими в которых являются ПЦ или ШПЦ, а заполнителями – баритовый песок (BaSO_4) с крупностью зерен до 1,25 мм, магнетитовый, лимонитовый и др. Для улучшения защитных свойств в растворные смеси вводят добавки – бор, литий, кадмий, водород и др.

Применение – для оштукатуривания стен и потолков рентгеновских кабинетов, помещений, где ведутся работы, связанные с ионизирующими излучениями.

9.4.5. Растворы, модифицированные полимерами

В состав таких растворов входят основное вяжущее вещество (ПЦ, гипсовое вяжущее), заполнитель, значительное количество полимерных добавок (2-30% от массы вяжущего). Введение последних существенно изменяет (модифицирует) структуру и свойств раствора.

В отличие от обычных растворов, модифицированные полимерами, отличаются высокой прочностью при растяжении и изгибе, хорошей деформативностью и ударной стойкостью, сильной адгезией к другим строительным материалам и высокой стойкостью к истиранию. Модифициро-

ванные полимерами цементные растворы называют полимерцементными. Если при получении раствора используют другие минеральные вяжущие, например гипсовые, то называются полимергипсовыми и т.д.). При изготовлении полимерцементных растворов, как правило, применяют водные дисперсии не растворимых в воде полимеров, например поливинилацетатную дисперсию (ПВАд) и латексы синтетических каучуков (СК).. Большим достоинством полимерцементных растворов является сочетание высокой прочности и деформативности. Прослойки полимера, склеивая минеральные составляющие раствора, повышают его прочность при растяжении и изгибе.

9.5. Требования к качеству минеральных вяжущих веществ. Маркировка, транспортирование и хранение.

Строительные растворы готовят централизованно на бетонно-растворных заводах, растворосмесительных узлах, приобъектных механизированных или передвижных установках. Процесс приготовления растворов включает следующие этапы: подготовку исходных материалов, дозирование и тщательное перемешивание материалов.

Товарные растворы готовят централизованно на специальных установках в виде сухих смесей с определенной подвижностью, маркой и назначением (кладочные, штукатурные и др.). Их затворяют водой в растворосмесителях малой емкости непосредственно на строительном объекте.

Строительные растворы перевозят в специально оборудованных автоцистернах или автосамосвалах; на строительных площадках раствор транспортируют растворонасосами. Сухие смеси поставляют в гидроизоляционной установке.

Для предохранения растворов от расслоения автомобили оборудуют смесителями. Чтобы избежать преждевременного схватывания растворных смесей (при хранении или продолжительной перевозке) в них вводят добавки, замедляющие схватывание.

Каждую партию раствора снабжают паспортом, в котором указывают наименование и номер партии, ее объем и дату изготовления, состав, марку, подвижность и водоудерживающую способность раствора.

Качество изделий на основе минеральных вяжущих веществ определяется основными свойствами – сроками схватывания, тонкостью помола, прочностью и др.

Строительный гипс является быстросхватывающимся и быстротвердеющим вяжущим веществом. Начало схватывания строительного гипса по ГОСТ 125-70 должно наступать не ранее 4 мин, а конец – не позднее 30 мин., но не ранее 6 мин с момента соединения с водой.

Тонкость помола гипса определяется остатком на сите № 02 (размер ячейки сита в свету 0,2 мм) в процентах к просеиваемой массе. Тонкий помол гипса обеспечивает получение наиболее плотного и наиболее прочного материала на его основе.

Предел прочности определяется при сжатии или изгибе образцов, полученных из гипсового теста, но не ранее чем через 1,5 ч после смешения гипса с водой. По показателям прочности строительный гипс разделяется на 1, 2 и 3-й сорта (см. табл.16).

Таблица 16 – Нормированные показатели для гипса

Наименование показателей	Норма для сорта		
	1-й сорт	2-й сорт	3-й сорт
Тонкость помола, %, не более	15	20	30
Предел прочности при сжатии, кгс/см ² , не менее	55	45	35

Вяжущая активность строительной извести зависит от ее химического состава и качества изготовления: чем выше в извести содержание активных составляющих, тем выше вяжущие свойства и качество извести. Содержание активных окислов (CaO + MgO) является важнейшим показателем качества и критерием деления извести на сорта. Так, негашеная известь согласно ГОСТ 9179-70 подразделяется на три сорта: 1, 2 и 3-й. Содержание активных окислов должно быть для каждого сорта соответственно не менее 90, 80 и 70%. Для гашеной извести («пушонки»), которая делится на два сорта, содержание активных окислов должно быть не менее 67% для 1-го и 60% для 2-го сортов. Содержание непогасившихся зерен является другим важнейшим показателем и фактором подразделения негашеной извести на сорта. Оно должно быть не более 7, 10 и 12% соответственно для 1, 2 и 3-го сортов.

Тонкость помола (остаток на сите с сеткой № 008 в процентах) должна быть для всех сортов и видов извести не более 10.

Строительные растворы на основе воздушной извести имеют низкую прочность, находящуюся в пределах 5-15 кгс/см², и стандартом не нормируются.

Основные свойства портландцемента определяются минералогическим составом его клинкера и тонкостью помола. Состав клинкера и вводимые при его помоле добавки подбирают таким образом, чтобы согласно ГОСТ начало схватывания для всех разновидностей наступало не ранее 45 мин, а конец – не позднее 12 ч от начала затворения.

Большое влияние на свойства портландцемента, и в первую очередь на его прочность, оказывает тонкость помола, которая должна соответствовать проходу через сито с сеткой № 008 не менее 85% веса пробы.

В зависимости от предела прочности при сжатии различают четыре марки портландцемента: 300, 400, 500 и 600 кгс/см². Марка цемента определяется пределом прочности при сжатии образца, изготовленного из смеси цемента и песка в соотношении 1 : 3 и испытанного через 28 дней после изготовления.

В зависимости от вида изделий к их качеству предъявляется ряд специфических требований. Гипсовые обшивочные листы, например, плохо сопротивляются изгибу и разрушаются под воздействием влаги. Поэтому одними из основных нормируемых показателей, по которым определяют качество этих материалов, является их влажность и прочность на изгиб.

По качеству гипсовые обшивочные листы делятся на два сорта: 1-й и 2-й. Влажность листов 1-го и 2-го сортов не должна превышать 2% по весу. Прочность на изгиб должна быть не менее 32 и 30 кгс/см² соответственно при толщине 12 и 10 мм для 1-го сорта. Прочность на изгиб листов 2-го сорта 30 и 27 кгс/см².

При определении качества гипсовых обшивочных листов учитываются также наличие, вид, величина и местонахождение дефектов. Наиболее распространенные дефекты:

- отслоение картона по длине кромок;
- надрывы картона с обнажением гипса;
- не заполненные гипсом края;
- отбитость углов;
- повреждение кромок;
- местные утолщения или утонения.

Дефекты – надрывы картона с обнажением гипса, наличие на лицевой поверхности масляных пятен не допускаются.

Листы должны иметь правильную прямоугольную форму.

Силикатный кирпич должен:

- иметь установленную для данной марки прочность;
- иметь водопоглощение не менее 8 и не более 16% веса кирпича, высушенного до постоянного веса;
- выдерживать в насыщенном водой состоянии не менее 15 циклов замораживания и оттаивания без признаков разрушения.

В кирпиче не должно быть отбитых углов, сквозных трещин и других дефектов внешнего вида, не допустимых ГОСТом. Отклонения от размеров также не должны быть выше допустимых.

Листы асбестоцементные волнистые должны иметь:

- предел прочности при изгибе 160-220 кгс/см²;
- морозостойкость - не менее 25 циклов;

- соответствующий внешний вид: прямоугольную форму, ровный без заусенцев обрез кромок, отсутствие сквозных и поверхностных трещин, отколов, пробоин, посторонних повреждений.

Масса 1 м² пазовой черепицы в насыщенном водой состоянии не должна превышать 50 кг, а вес погонного метра коньковой черепицы — 8 кг. Морозостойкость ее должна быть не менее 25 циклов. Кроме того, черепица должна иметь правильную форму с гладкими поверхностями и ровными краями, без короблений и трещин. Величина отбитых или смятых шипов, углов, гребней не должна превышать установленных нормативов.

Гипсовые обшивочные листы при транспортировании и хранении укладываются плашмя без прокладок по сортам и размерам. Они должны быть тщательно защищены от увлажнения и повреждений. При транспортировании и хранении изделий на основе цемента и извести необходимо предохранять от ударов. Листовые изделия и черепицу перед транспортированием укладывают горизонтально в стопы, при погрузке и разгрузке их нельзя сбрасывать. Хранят листовые изделия и черепицу в закрытых помещениях или под навесом.

Минеральные вяжущие вещества обладают высокой гигроскопичностью. Поглощая влагу из воздуха, они постепенно теряют свои вяжущие свойства. Поэтому транспортироваться и храниться они должны в условиях, исключающих возможность увлажнения, а процесс хранения должен быть краткосрочным.

Транспортируют минеральные вяжущие вещества навалом без тары или в упакованном виде. Транспортирование навалом осуществляется в закрытых специально оборудованных автомобилях. Упаковываются минеральные вяжущие вещества в бумажные многослойные мешки, масса которых, как правило, не должна превышать 50 кг. На каждом мешке должно быть обозначено: наименование завода-изготовителя, вид и сорт вяжущего вещества, дата изготовления.

Минеральные вяжущие вещества должны храниться в закрытых сухих помещениях. Мешки укладывают на стеллажах. Но, следует знать, что даже при правильном хранении минеральные вяжущие вещества постепенно теряют свои свойства. Так, гипс через 3 месяца теряет 30% своей активности, портландцемент – 20%, через 6 месяцев – на 30, через год – на 40%.

РАЗДЕЛ 10. ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

10.1. Общие сведения

Согласно археологическим исследованиям органические вяжущие начали применять в строительстве 4500—5000 лет назад: природный битум и смолу использовали в качестве вяжущих и гидроизоляционных материалов в различных сооружениях Древнего Египта и Вавилона, изоляции каналов и водостоков, фундаментов дворцов и храмов, стен и полов в амбарах и зернохранилищах (битумная обмазка способствовала длительному хранению зерна и других сельскохозяйственных продуктов). С середины 19 в. с помощью битумных вяжущих стали укладывать дорожные покрытия. В 1300 г. итальянский путешественник Марко Поло впервые обнаружил залежи «жидкого асфальта» в г. Баку. В России асфальт начали применять в 40-х годах XIX в. в дорожном строительстве, затем стали изготавливать лаки, краски, гидроизоляционные материалы. В XX в. были получены искусственные или нефтяные битумы, расширился ассортимент органических вяжущих и материалов, получаемых на их основе.

Органические вяжущие – группа природных или искусственных твёрдых, вязко-пластичных или жидких веществ, состоящих из смеси органических высокомолекулярных соединений. Они хорошо объединяются с каменными материалами и образуют прочную водостойкую плёнку. По составу, структуре, свойствам, изменению свойств в зависимости от температуры органические вяжущие достаточно близки к термопластичным полимерам и материалам на их основе. Встречаются в природе в чистом виде или получают путём их переработки.

Сырьём для производства органических вяжущих являются продукты органического происхождения – каменный уголь, нефть, горючие сланцы, торф, древесина; физико-химическая переработка этого сырья (фракционная разгонка, сухая деструктивная перегонка и др.) даёт наряду с ценными продуктами смолообразные остатки. В результате дополнительной переработки этих остатков получают органические вещества.

В строительстве наряду с минеральными вяжущими применяют органические вяжущие — битумные и дегтевые (так называемые «черные вяжущие») и полимеры.

В зависимости от свойств, химического состава, вида сырья и технологии получения принята следующая классификация органических вяжущих веществ:

- битумы;
- дёгти.

Битумные и дегтевые представляют собой сложные смеси углеводородов и их производных.

Полимеры (от греч. *polymeres* — многообразный, состоящий из многих частей) — вещества с высокой молекулярной массой, молекулы которых состоят из большого числа повторяющихся мономерных звеньев.

В зависимости от строительных свойств и консистенции органические вяжущие делят на группы:

- твёрдые битумы и дёгти (пеки), обладающие при 20-25°C вязко-упругими свойствами; при 120-180°C они приобретают подвижность
- вязкие битумы и дёгти, обладающие при 20-25°C вязкими и пластичными свойствами
- жидкие битумы и дёгти при 20-25°C текучие, содержащие в своём составе летучие низкомолекулярные углеводороды; применяют их при температуре в диапазоне от 15 до 120°C. они способны загустевать по мере испарения летучих углеводородов, тем самым приобретают свойства вязких битумов и дёгтей
- битумные эмульсии и суспензии – дисперсные системы, состоящие из диспергированного вяжущего материала (битума или дёгтя) в водной среде с добавкой эмульгатора, обеспечивающего их устойчивость. При нормальной температуре текучи.

По назначению органические вяжущие делят на:

- дорожные – битумы нефтяные (вязкие и жидкие), дёгти каменноугольные, битумы сланцевые, эмульсии битумные
- строительные битумы
- кровельные битумы
- изоляционные битумы
- специальные битумы.

Требования к качеству органических вяжущих:

- легко объединяться с каменными материалами, образуя прочную водостойкую плёнку
- обладать вязкостью, позволяющей в момент объединения с материалом хорошо его обволакивать, а в период работы связывать минеральные частицы в прочный монолит
- быть стабильными, т.е. не изменять свойства в процессе эксплуатации в покрытиях.

Применение - в гидротехническом, дорожном (для устройства дорожных покрытий, тротуаров, полов), промышленно-гражданском строительстве в виде кровельных, гидроизоляционных материалов, асфальтовых растворов и бетонов, уплотняющих герметизирующих материалов, гидроизоляционных и дорожных мастик, битумных эмульсий, кровельно-гидроизоляционных паст, для устройства и ремонта мягких крыш, защиты от коррозии бетона, металлов и от радиоактивных излучений.

10.2 Битумные вяжущие вещества

Битумы - вяжущие вещества, сложные соединения из смеси углеводородов нафтенового, ароматического и метанового рядов и их сернистых, кислородных и азотистых производных, полностью растворимых в сероуглероде. Химический состав битумов сложен, они содержат около 200 различных органических веществ.

Различают битумы 3-х видов:

- природные;
- искусственные нефтяные;
- сланцевые.

Природные битумы – органическое вещество, почти без запаха, пластичное в нагретом состоянии, представленное в виде вязкой жидкости или твердообразного вещества темно-коричневого или черного цвета, которые в чистом виде встречаются сравнительно редко, образуя озёра; часто пропитывают асфальтовые (или битумные) горные породы – асфальтовые известняки, песчаники, пески и доломиты. Из асфальтовых пород природные битумы получают экстрагированием с помощью различных растворителей (но это дорогостоящий способ, поэтому он не получил достаточного распространения) или вывариванием в горячей воде.

Природный битум образовался в верхних слоях земной коры из нефти в результате медленного удаления из нее легких и средних фракций, а также в результате естественного процесса окислительной полимеризации нефти. Осадочные горные породы, пропитанные природным битумом называют *асфальтовыми*.

Отличительные особенности природного битума от искусственного:

- высокая атмосферостойкость;
- замедленные темпы старения.

Применение – в связи с дефицитностью и высокой стоимостью применяют в основном для производства битумных лаков.

Нефтяные битумы – продукты переработки нефти и ее смолистых остатков – по стоимости почти в шесть раз ниже природных. Нефть – жидкое горючее ископаемое в виде маслянистой тёмно-бурой жидкости с присутствием ей запахом керосина; представляет собой сложную смесь большого числа углеводородов различных классов, а также их соединений с кислородом, серой, азотом.

В зависимости от вязкости нефтяные битумы делят на:

- твердые;
- полутвердые;
- жидкие.

В зависимости от скорости формирования структуры жидкие битумы делятся на три класса:

- БГ – быстрогустеющие;
- СГ – среднегустеющие;
- МГ – медленногустеющие.

Жидкие битумы применяют в качестве вяжущего в подогретом до 60-100⁰С состоянии - при строительстве дорог (для обработки гравийных и щебеночных смесей, изготовления асфальтовых материалов).

В зависимости от способа переработки нефтяные битумы делят на:

- остаточные (гудроны);
- окисленные;
- крекинговые;
- компаундированные (смешанные);
- битумы деасфальтизации.

Остаточные битумы (гудрон) образуются после отгонки из нефти бензина, керосина и глубокого отбора части масел; при нормальной температуре являются твердыми веществами. Гудрон – остаток после отгонки из мазута масляных фракций; он является основным сырьем для получения нефтяных битумов.

Окисленные битумы (полутвердое состояние) получают в кубах (конверторах) непрерывного или периодического действия путем продувки воздуха через нефтяные остатки, которые при этом окисляются и уплотняются под действием кислорода.

Крекинговые битумы получают при крекинге (разложении при высокой температуре) нефти и нефтяных масел (жидкие битумы).

Компаундированные получают смешиванием нефтяных продуктов различной вязкости. Компаундирование – это вторичный процесс их переработки. Ведь битум или смолистый остаток, полученный перегонкой, окислением, экстракцией или деасфальтизацией, не всегда удовлетворяет требованиям по всем показателям, предъявляемым к дорожным битумам. Поэтому путём смешения битума с другими смолистыми остатками соответствующего состава можно значительно улучшить его свойства и довести до требуемых.

Битумы деасфальтизации получают осаждением асфальтосмолистой части гудронов пропаном и другими растворителями.

В строительстве чаще используют остаточные и окисленные битумы.

Нефтяные битумы в нагретом состоянии разливают в тару и после остывания отправляют по назначению.

Сланцевые битумы – битумы, образующиеся при переработке продуктов перегонки битуминозных (горючих) сланцев без доступа воздуха. Термин «сланцевые битумы» не совсем точен. По свойствам и химическому составу они приближаются к битумным материалам, а по способу по-

лучения – к дегтям. Область применения сланцевых битумов в основном та же, что и нефтяных.

Индексация битумов

Строительные нефтяные битумы выпускают трех марок: битум нефтяной БН-50/50, БН-70/30, БН-90/10 (числитель – температура размягчения, °С; знаменатель – среднее значение глубины проникания иглы). Применяются для изготовления асфальтовых бетонов и растворов, приклеивающих и изоляционных мастик, покрытия и восстановления рулонных кровель.

Нефтяные кровельные битумы, применяемые для производства кровельных и гидроизоляционных материалов, вырабатывают трех марок: битум нефтяной кровельный БНК-45/180 – пропиточный битум, БНК-90/141 и БНК-90/30 – покровные битумы (числитель – среднее значение температуры размягчения, °С, знаменатель – среднее значение глубины проникания иглы).

Нефтяные дорожные битумы, применяемые в качестве вяжущего при строительстве дорожных и аэродромных покрытий, выпускают пяти марок: битум нефтяной дорожный БНд-200/300, БНд-130/200, БНд-90/130, БНд-60/90, БНд-40/160. Цифры показывают допускаемые пределы отклонения глубины проникания иглы при 25°С.

Применение:

- твердые нефтяные битумы применяют в производстве рулонных кровельных материалов, битумных мастик;
- полутвердые – для изготовления гидроизоляционных материалов, битумных обмазок, асфальтовых растворов и бетонов и других материалов;
- жидкие – преимущественно для дорожного строительства.

Состав битумов

В групповой состав битумов входят:

- *масла* – вязкие жидкости светло-желтого цвета с плотностью не ниже 1000 кг/м³, состоящие из углеводородов (85-88%) с молекулярной массой 100-500, водорода (10-14%), серы (до 4%) и незначительно кислорода и азота. Придают вяжущему подвижность, текучесть, увеличивают испаряемость и снижают температуру размягчения;
- *смолы* (кислые и нейтральные) – вязкопластичные высокомолекулярные аморфные вещества темно-коричневого цвета с плотностью около 1000 кг/м³ и молекулярной массой 600-2000, от содержания которых зависят степень пластичности, растяжимости битумов и вяжущие свойства.

По химическому составу они в основном относятся к гетероциклическим ароматическим высокомолекулярным соединениям, в состав которых входят углерод (80-87%), водород (10-18%), кислород (1-10%) и сера (1-1%):

- *асфальтены* – твердые хрупкие неплавкие вещества кристаллического строения с плотностью более 1000 кг/м^3 и молекулярной массой 1000-5000, содержание которых определяет теплоустойчивость, вязкость и хрупкость вяжущих материалов. По химическому составу представляют собой смесь насыщенных гетероциклических соединений, содержащих углерод, водород, кислород и серу;
- *карбены и карбоиды* – твердые углеродистые вещества, образующиеся при высоких температурах; их содержание повышает вязкость и хрупкость битума. В битумах встречаются редко. По составу схожи с асфальтенами, но содержат больше углерода, имеют большую плотность и более темный цвет. Карбоиды – твердые вещества типа сажи;
- *асфальтогеновые кислоты* и их ангидриды – смолообразные вещества коричнево-серого цвета с плотностью более 1000 кг/м^3 , способствующие более интенсивной адгезии битумов к каменным материалам, особенно к карбонатным породам;
- примесь в битуме *кристаллического парафина* (твёрдого метанового углеводорода) понижает его качество, в частности повышает хрупкость при пониженных температурах. Нефти в России в основном высокопарафинистые, поэтому при производстве битумов необходимо, чтобы содержание парафина в них не превышало 5%. Повышение содержания парафина ухудшает дорожно-строительные свойства битумов: снижает растяжимость и повышает температуру затвердевания битума (см. табл. 17).

Таблица 17 – Примерный групповой состав битума

Компонент	Содержание, %
Масла	40-60
Смолы	20-40
Асфальтены	10-25
Карбены и карбоиды	1-2
Асфальтогеновые кислоты и их ангидриды	

Свойства битумов

Основные свойства, определяющие качество нефтяных битумов и деление их на марки – вязкость, растяжимость, температура размягчения и вспышки.

Вязкость (твердость, или пенетрация) битумов является характеристикой их структурно-механических свойств и зависит главным образом от температуры. При низких температурах вязкость битума увеличивается, и он приобретает свойства твердого тела; с увеличением температуры вязкость уменьшается и битум переходит в состояние густой жидкости почти чёрного цвета. Эта особенность позволяет применять их как связующее вещество. Структурная вязкость для жидких битумов определяется временем истечения пробы в секундах при постоянной температуре через отвер-

стие стандартного вискозиметра размером 5 или 10 мм. Для полутвердых и твердых битумов структурированная вязкость, точнее текучесть (величина, обратная вязкости), измеряется в условных единицах по глубине проникания иглы в битум при определенной нагрузке, температуре, времени погружения.

Растяжимость (дуктильность) – свойство битумов вытягиваться в тонкие нити под влиянием приложенной растягивающей силы. Оно характеризуется абсолютным удлинением до разрыва нити (см) образца битума (в виде восьмерки) при температуре 25°С, определяемым на приборе - дуктилометре (рис.26). Растяжимость характеризует пластичность вязких битумов. Высокие пластические свойства вязких битумов наблюдаются обычно при значительном содержании смол, оптимальном содержании асфальтенов и масел и незначительном содержании карбенов и карбоидов.

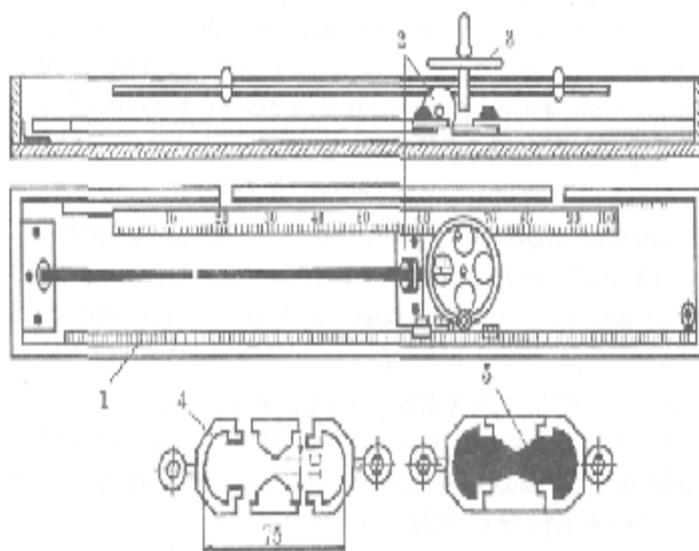


Рис.26. Дуктилометр: 1 – червячный винт; 2 – салазки; 3 – маховик; 4 – разборная форма; 5 – битум

Температура вспышки – важное свойство для установления технологических параметров при работе с битумом, ее измеряют на специальном приборе (за температуру вспышки принимают температуру, которую показал термометр при первом появлении синего пламени над частью или над всей поверхностью образца битума, выделившего пары вяжущих). Температура вспышки характеризует степень огнеопасности битума при разогревании в котлах. Она составляет 220-240°С (в зависимости от марки); минимальная температура самовоспламенения 300-368°С. Температура, при которой пламя горит не менее 5 секунд, называется температурой воспламенения.

Температура размягчения битума характеризует степень его подвижности и составляет от 20°С до 80-110°С и выше. Битумы имеют аморфное строение, поэтому у них нет определенной температуры плавления, а существуют большие температурные интервалы размягчения, т. е.

при нагревании они постепенно переходят из твердого состояния в вязко-жидкое, что характеризует пригодность битума для использования в различных температурных условиях, т.е. пластические и тепловые качества битума.

Температура размягчения имеет большое практическое значение, так как при данной температуре битум теряет ряд своих строительных свойств, например, склеивающие свойства, поэтому в конструкциях, в которых битум может подвергаться нагреванию до температуры 50°C , следует применять битум с температурой размягчения $65-70^{\circ}\text{C}$.

Теплостойкость определяют с помощью прибора «кольцо и шар» (рис.27) по температуре, при которой битум, залитый в кольцо, выдавливается на определенную глубину (2,54 см) под действием массы стального шарика и помещается в подогреваемую водяную баню. Температуру размягчения определяют по температуре водяной бани, когда битум размягчается и шарик опустится на нижнюю полочку прибора.

Рассмотренные свойства связаны между собой некоторой зависимостью. Так, твердые битумы с малой глубиной проникания иглы имеют высокую температуру размягчения и малую растяжимость, т.е. являются хрупкими, а битумы с низкой температурой размягчения имеют большую пенетрацию, могут сильно растягиваться, т.е. обладают высокой пластичностью.

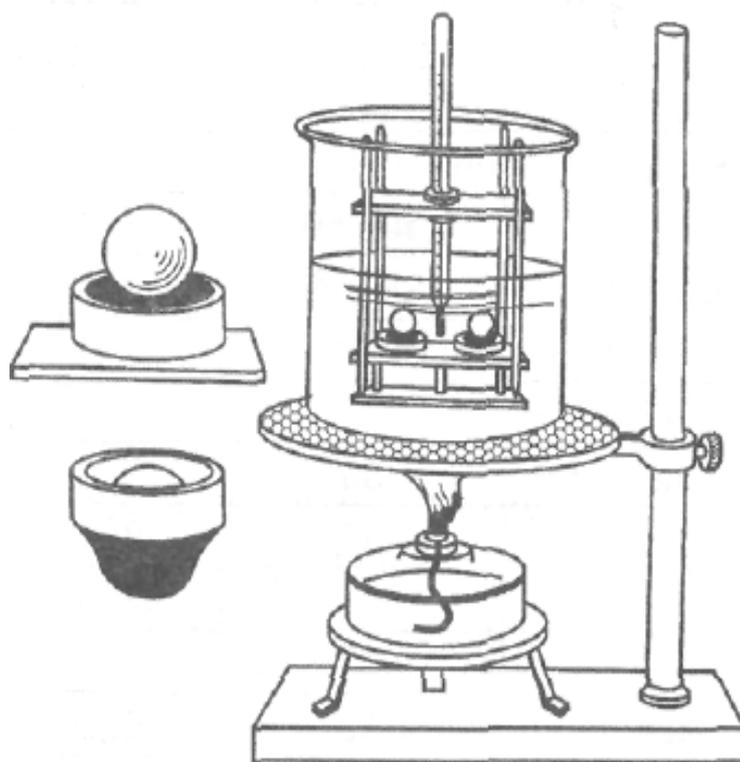


Рис. 27. Прибор «кольцо и шар» для определения температуры размягчения битума

Температура хрупкости или **затвердевания**. При отрицательных температурах битумы становятся хрупкими. Температура хрупкости - температура, при которой образуется первая трещина на изгибаемом тонком слое битума, нанесенном на стальную пластинку специального прибора. Чем ниже температура хрупкости битума, тем выше его морозостойкость и тем выше качество битума. За рубежом в некоторых странах температуру хрупкости устанавливают по пенетрации.

Битумы **гидрофобны** (не смачиваются водой), водостойки, имеют плотное строение, пористость их практически равна нулю, поэтому они водонепроницаемы и морозостойки (на них меньше образуется трещин).

Битумы стойки по отношению к водным растворам многих кислот, щелочей, солей и большинству агрессивных газов, но растворяются полностью или частично в различных органических растворителях (сероуглероде, хлороформе, бензоле, дихлорэтаноле, этиловом спирте, бензине, бензоле и др.), поэтому их применяют для приготовления лаков, красок и мастик.

Битумы при размягчении прочно сцепляются (обладают адгезией) с камнем, деревом, металлом и др. Используются при применении в качестве вяжущих веществ; переводить в рабочее состояние битумы можно расплавлением, растворением в органических растворителях и эмульгированием в воде (получение битумных эмульсий производят с помощью специальных добавок-эмульгаторов).

Нефтяные битумы хорошо совмещаются с резиной и полимерами, что позволяет значительно улучшить качество битумных материалов в соответствии с требованиями современного строительства. Получаемые при этом материалы называют резинобитумными и битумно-полимерными. К ним можно отнести «монофлекс» - битумно-полимерный материал, обладающий высокой морозостойкостью (до -50°C) и теплостойкостью (до $+100^{\circ}\text{C}$), сохраняя при этом пластичность и гибкость: его верхняя поверхность укреплена полиэстером, нижняя - плёнкой, а внутри - модифицированный битум.

В целом битумы сходны по составу и структуре, основным техническим свойствам с дёгтями.

Основные показатели физико-механических свойств нефтяных битумов приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Физико-механические свойства нефтяных битумов

Марка битума	Глубина проникания иглы при 25°С, 0,1 мм	Растяжимость при 25°С, см, не менее	Температура, °С, не ниже	
			размягчения	вспышки
Строительные				
БН-50/50	41...60	40	50	220
БН-70/30	21...40	3	70	230
БН-90/10	5...20	1	90	240
Кровельные				
БНК-45/180	140...220	Не нормируется	40...50	240
БНК-90/40	35...45		85...95	240
БНК-90/30	25...35		90...95	240
Дорожные улучшения				
БНД-200/300	201...300	Не нормируется	35	200
БНД-130/220	131...200	65	39	220
БНД-90/130	91...130	60	43	220
БНД-60/90	61...90	50	47	220
БНД-40/60	40...60	40	51	220

Недостатки битумных вяжущих – старение – процесс медленного изменения состава и свойств битума, сопровождающийся повышением хрупкости и снижением гидрофобности. Происходит оно от действия солнечного света и кислорода воздуха, поэтому на стройплощадках битум хранят под навесом или в специальных закрытых складах, защищая их от действия солнечных лучей и атмосферных осадков.

10.3 Дёгтевые вяжущие вещества

Дегтевые вяжущие получают в процессе деструктивной (нагревание без доступа воздуха) перегонки твердых видов топлива (каменного и бурого угля, торфа, горючих сланцев и др.); в настоящее время имеют меньшее применение, чем битумные.

Деготь (каменноугольный, древесный, торфяной) темно-коричневого цвета с характерным резким запахом нафталина и фенола. Состоит из углеводородов и их сернистых, азотистых и кислородных производных. В сыром виде каменноугольный деготь в строительстве не при-

меняют, так как он содержит воду и летучие фракции. Химический состав дегтей сложен. В нем находится около 200 различных органических веществ.

В зависимости от исходного сырья получают:

- каменноугольные дёгти;
- торфяные дёгти;
- древесные дегти.

В строительстве чаще применяют дегтевые каменноугольные вяжущие: каменноугольный деготь и каменноугольный пек.

Каменноугольный деготь – вязкая невзрывоопасная маслянистая жидкость черного цвета с характерным запахом, обусловленным содержанием в нем фенолов и нафталина, определяющих токсичные свойства дёгтя.

Каменноугольные дегти в зависимости от значения вязкости подразделяют на шесть марок:

- Д-1 (для обеспыливания дорог и поверхностной обработки дорожных покрытий и оснований);
- Д-1 и Д-2 (для обработки грунтово-гравийных и щебёночных материалов при смешении на дороге в холодном состоянии);
- Д-3 и Д-4 (для обработки грунтово-гравийных материалов в смесительных установках в холодном состоянии);
- Д-5 и Д-6 (для поверхностной обработки дорожных покрытий, изготовления холодного дёгтебетона и щебёночных смесей в смесительных установках);
- Д-6 (для глубокой пропитки) щебёночных дорожных покрытий; для изготовления горячего дёгтебетона.

Сырой каменноугольный деготь не пригоден для производства строительных материалов из-за содержания значительного количества летучих веществ и растворимых, вымываемых водой соединений, которые понижают их погодоустойчивость.

Каменноугольный пек – твердое хрупкое аморфное вещество черного цвета с характерным блеском и раковистым изломом, с плотностью 1,28 г/см³ и температурой размягчения 50-60°С, не растворимое в воде, но растворимое в органических растворителях.

Получают пек следующим образом: из сырого дегтя сначала отгоняют воду (при 100°С), все легкие (при 170°С) и часть тяжелого, шпалопиточного масла (при 270-300°С) самого тяжелого антраценового масла (при 360°С), в результате получают отогнанный деготь – пек, который применяют в строительстве.

Следует помнить, что пек – токсическое вещество; при работе с ним необходимо соблюдать правила безопасности, защищать кожу, слизистые оболочки.

Пек сплавляют с антраценовым маслом или отогнанным дегтем и получают составленный деготь, который обладает высокими вязущими и приклеивающими свойствами, малой хрупкостью и слабо размягчается под действием солнечных лучей. Он наиболее пригодный для строительных целей.

Пек в зависимости от температуры размягчения, зольности и содержания влаги производят двух марок: среднетемпературный и высокотемпературный.

Отличительные особенности дёгтевых материалов от битумных:

- под действием влаги, кислорода воздуха, солнечной радиации сравнительно быстро стареют, становятся хрупкими и малопрочными. Старение вызвано испарением масел и вымыванием фенолов водой. Дегтевые материалы становятся хрупкими и теряют гидрофобность, эластичность, покрываются трещинами;
- более биостойки, чем битумные. Стойкость к гниению объясняется высокой токсичностью содержащегося в дегтях фенола (карболовой кислоты).

Применение - дегтевые материалы служат ценным сырьем для получения разных химических продуктов.

Свойства дёгтей

Вязкость дегтей является характеристикой их структурно-механических свойств и зависит главным образом от температуры. При повышении температуры вязкость снижается, при понижении – резко возрастает; при отрицательных температурах дегти становятся хрупкими. Структурная вязкость для жидких дегтей определяется временем истечения пробы в секундах при постоянной температуре через отверстие стандартного вискозиметра размером 5 или 10 мм.

Теплостойкость дегтей, имеющих аморфное строение, определяется на приборе «кольцо и шар» (см. методику в п.10.2). Она ниже, чем у нефтяных битумов благодаря более грубой дисперсности и повышенной плавкости.

«Пассивные» сцепления с мрамором и песком и др. При размягчении прочно сцепляются с камнем, деревом, металлом и др.

Атмосферостойчивость. В результате совместного протекания процессов испарения масел и химического видоизменения компонентов дёгти стареют интенсивнее нефтяных битумов.

Пластичность дёгтя низкая и обуславливается небольшим количеством в них вязко-пластичных компонентов и наличием свободного углерода.

При нормальной температуре дёгти – это твердые массы или густые жидкости темного, почти черного цвета; при нагревании они размягчаются (разжижаются), а при охлаждении – отвердевают. Эта особенность позволяет применять их как связующее вещество.

Они практически не растворяются в воде (а многие и в кислотах) благодаря отсутствию пористости, но растворяются в органических растворителях (сероуглероде, хлороформе, бензоле, дихлорэтане и др.). Это позволяет их использовать при изготовлении лаков и мастик.

Дёгти *водостойки* и *морозостойки*, поэтому их используют в качестве кровельных и гидроизоляционных материалов.

Дегти имеют *аморфное строение*, поэтому у них нет определенной температуры плавления, а существуют интервалы размягчения, т.е. при нагревании они постепенно переходят из твердого состояния в вязкожидкое;

Дегти обладают *антисептическими свойствами*, поэтому материалы на основе дегтя применяют для защиты от гниения: дегтем пропитывают шпалы, столбы и др.

Каменноугольные дегти – *горючие вещества*; температура вспышки дегтя – 150-190°C, температура воспламенения – 180-270°C; температура самовоспламенения выше 540°C. Температурные пределы: нижний – выше 120°C, верхний – выше 150°C. Хранят дегти в закрытых хранилищах, оборудованных устройствами для обогрева паром.

Применение – в строительстве дегти применяют для производства рулонных кровельных, гидроизоляционных и герметизирующих материалов, изготовления различных мастик, паст, эмульсий и простейших лаков, приготовления асфальтовых бетонов и растворов; дёгтевые вяжущие применяют при строительстве дорог и изготовлении кровельных материалов.

При оценке качества дегтей необходимо знать их групповой состав.

В него входят:

- *масла* — вязкие жидкости светло-желтого цвета, состоящие из углеводов, водорода, серы и незначительно кислорода и азота. Придают вяжущему подвижность, текучесть, увеличивают испаряемость и снижают температуру размягчения;

- *смолы* (твёрдые и мягкие) – вязкопластичные высокомолекулярные аморфные вещества темно-коричневого цвета, от содержания которых зависят степень пластичности, растяжимости битумов и вяжущие свойства. По химическому составу они в основном относятся к гетероциклическим ароматическим высокомолекулярным соединениям, в состав которых входят углерод, водород, кислород и сера и др.

Таблица 19 – Примерный групповой состав дёгтя

Компонент	Содержание, %
Дёгтевые масла	60-80
Вязко-пластические смолы	10-15
Твёрдые смолы	5-10
Свободный углерод	2-25
Нафталин	7
Антрацен	10
Фенолы	5

Смешивание битума с дегтем или с дегтевыми продуктами (например, антраценовым маслом) позволяет получить битумно-дегтевые материалы, отличающиеся более высокой смачивающей и адгезионной способностью, биохимической стойкостью, что весьма важно при изготовлении кровельных и гидроизоляционных материалов на картонной основе.

10.4. Асфальтовые и дёгтевые растворы и бетоны

Асфальтовый раствор – уплотненная смесь асфальтового вяжущего с мелким заполнителем – песком (чистый и сухой песок с наибольшей крупностью зерен 5 мм).

Асфальтовое вяжущее – смесь нефтяного битума (9-11%) с минеральным порошком (из известняков, доломита, мела, асбеста, шлака). Последний уменьшает расход битума и повышает температуру размягчения раствора.

Для повышения качества раствора в его состав вводят асфальтовый порошок, содержащий природный битум. Минеральные порошки при смешивании с битумом образуют структурированную систему, обладающую повышенной прочностью и водостойчивостью.

Изготавливают асфальтовые растворы на специализированных заводах следующим путём: в варочный котел загружают битум и смесь сухих компонентов раствора. При постоянном перемешивании смесь нагревают до 180°С. При достижении полной однородности раствора его в горячем состоянии подают на место укладки. Укладывают асфальтовые растворы слоем толщиной 20-30 мм на сухое уплотненное основание, уплотняют и заглаживают гладилками или механическими катками.

Применение - асфальтовые растворы применяют в строительстве для устройства полов промышленных зданий и складов, для покрытия тротуаров, плоских крыш, в качестве основания для плиточных полов.

Асфальтовый бетон — искусственный строительный материал, полученный в результате твердения рационально подобранной, перемешанной до однородного состояния и уплотненной смеси нефтяного битума, минерального порошка, песка и крупного заполнителя – щебня или гравия. Общее содержание битума в асфальтобетоне 5-6% по массе. Крупный заполнитель изготавливают из прочных и морозостойких изверженных, осадочных и метаморфических горных пород, а также из металлургических шлаков. Чаще всего используют щебень из известняков и доломитов крупностью 10...40 мм, хорошо сцепляющийся с битумом. *Щебень* должен быть чистым; не допускается содержание глинистых и пылеватых частиц свыше 2%. Форма зёрен должна приближаться к тетраэдрной и кубовидной, а поверхность – к шероховатой, что повышает внутреннее трение и прилипание вяжущего. Содержание лещадных и игловатых зёрен ограничивается 15-25%. Кроме того, щебень должен выдерживать без разрушения не менее 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Количество дроблёного *гравия*, также служащего для приготовления асфальтобетонных смесей, должно достигать не менее 80%. К нему предъявляют те же требования, что и к щебню.

Для приготовления асфальтобетона применяют крупно- и среднезернистые *пески* из группы природных и дроблёных песков (высевок), в частности кварцевый песок, состоящий из окатанных зёрен кварца. Песок должен быть чистым и содержать пылевато-глинистых частиц не более 3% по массе.

Минеральный порошок получают размолотом известняков, доломитов, доменных шлаков. По техническим требованиям набухание смеси порошка с битумом не должно превышать 2,5%. Карбонатные горные породы, используемые для производства минеральных порошков, не должны содержать глинистых примесей более 5%.

Марку *битума* выбирают в зависимости от вида асфальтобетона, климатических условий и категории дороги.

В технологии производства асфальтобетона успешно применяют ПАВы, введение которых улучшает сцепление битума с минеральным материалом, увеличивает степень обволакивания битумом минеральных частиц, сокращает время перемешивания, улучшает удобоукладываемость и уплотняемость смесей. К ним относятся: карбоновые кислоты, кубовые остатки синтетических жирных кислот, госсиполовая кислота, окисленный петролатум, каменноугольная смола и др.

Асфальтовые бетоны различают по степени подвижности и способу применения. По степени подвижности бетоны делят на:

- пластичные
- жесткие.

Пластичные уплотняются легко, жесткие - трудно (с использованием тяжелых катков или вибрации).

По способу применения бетоны делят на укладываемые:

- в горячем состоянии
- холодном состоянии.

Наиболее распространены горячие асфальтобетонные смеси, имеющие при укладке температуру 140-170°C. Технология их производства следующая: смесь предварительно высушенных и подогретых до 180-200°C минерального порошка, песка и щебня загружают в смеситель с расплавленным битумом и перемешивают до готовности. Горячие смеси перевозят на автосамосвалах и укладывают только на прочное сухое основание. Основанием для покрытия может быть слой бетона, булыжная мостовая, иногда слой щебня или булыжника. Асфальтобетон укладывают в один или два слоя, затем укатывают тяжелыми катками. По краям дорожного покрытия должны быть устроены бортовые камни. После остывания через 1-2 ч асфальтобетон отвердевает, приобретая плотность и прочность.

Асфальтобетонные смеси, укладываемые в холодном состоянии, готовят на жидких битумах. Эти смеси набирают прочность в течение нескольких дней. Твердение происходит в результате окисления, испарения и частичного поглощения основанием вяжущего вещества. Преимущество их в том, что их можно укладывать в сырую и холодную погоду, их стоимость ниже, но они менее долговечны и прочны.

Преимущества асфальтового бетона — высокая прочность, хорошее сопротивление упругим и пластическим деформациям, ровность и гигиеничность покрытия, легкость очистки.

Применение - асфальтобетон применяют для дорожного покрытия, для устройства полов промышленных цехов, складов, хранилищ, плоской кровли, стяжек.

Дегтевые растворы и бетоны — аналогичны асфальтовым, только для их приготовления используют дегтевые вяжущие. Однако по своему качеству они уступают асфальтовым. Дегтевые растворы и бетоны обладают меньшими износо- и водостойкостью, теплоустойчивостью и атмосферостойкостью.

Применение - в строительстве для устройства покрытия на дорогах второстепенного значения и для ремонта.

РАЗДЕЛ 11. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

11.1. Общие сведения о лакокрасочных материалах

В древности в качестве естественной эмульсии использовали куриные яйца. В начале XIX в. изобретатель жидкого стекла немецкий химик Фукс предложил применять жидкое стекло как связующее для красок, такие краски называли силикатными. В середине XIX в. были получены первые синтетические красители – фуксин (в России) и мовеин (в Англии). Широко использовалась художественная роспись для отделки храмов, дворцов. Краски тех времен отличались цветовыми оттенками, насыщенностью, яркостью. В начале XX в. мексиканский монументалист Д. Сикейрос впервые применил нитроцеллюлозные краски, а его соотечественник художник-технолог Гутьеррес дал рецептуру краски «политекс» – эмульсии, внешней фазой в которой является вода.

Лакокрасочные материалы - вязкожидкие составы, наносимые на подготовленные поверхности строительных изделий или конструкций тонким слоем и образующие после высыхания пленку, прочно сцепляющуюся с основанием. Схема лакокрасочного покрытия показана на рис. 28. Покрывная пленка обладает достаточной прочностью и долговечностью, защищает материал конструкций от воздействия агрессивных сред (металлические конструкции от коррозии, деревянные от загнивания), улучшает санитарно-гигиенические условия в помещениях жилых и промышленных зданий, решает художественно-декоративные задачи: окрашиваемые поверхности приобретают декоративный внешний вид.

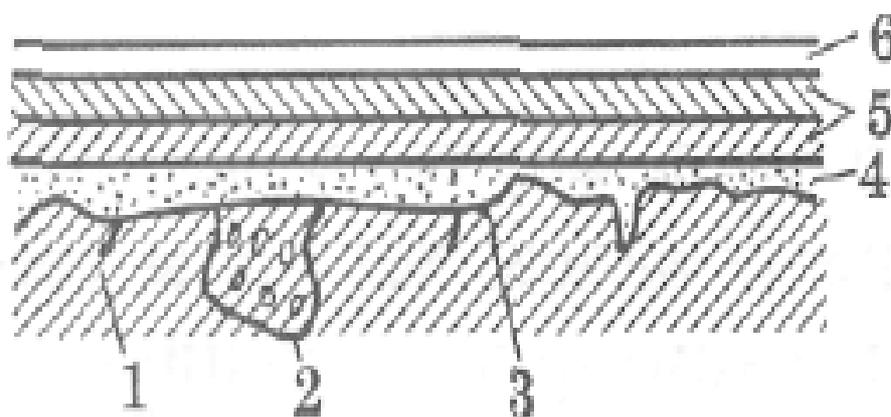


Рис. 28. Лакокрасочное покрытие: 1 – бетон; 2 - трещины, заполненные цементным раствором; 3 - грунтовка; 4 - шпатлевка; 5 - слой красочного состава; 6 - слой лака

В настоящее время лакокрасочные составы используются для наружной отделки зданий, внутренней отделки жилых, культурно-бытовых и административных зданий. От качества выполнения окрасочных работ зависит внешнее и внутреннее цветовое оформление зданий.

Лакокрасочные материалы разделяются на краски, лаки, эмали и вспомогательные материалы (сиккативы, разбавители, растворители). Их основными компонентами являются пигменты, наполнители и связующие вещества.

Классификация ЛКМ

Лакокрасочные материалы различают по виду, составу и назначению (ГОСТ 9825-73). По виду их подразделяют на:

- лаки;
- краски (сухие или готовые к употреблению);
- эмали;
- грунтовки;
- шпатлевки.

По химическому составу лакокрасочные материалы в зависимости от пленкообразующего вещества подразделяются на:

- масляные (МА);
- нитроцеллюлозные (НЦ);
- алкидно-акриловые (АС) и т.д. по ГОСТу.

По преимущественному назначению применительно к условиям эксплуатации лакокрасочные материалы классифицируются на 9 групп:

- *Атмосферостойкие.*
- *Ограниченно атмосферостойкие.*
- *Консервационные.*
- *Водостойкие.*
- *Специальные (светящиеся, противообрастающие, терморегулирующие и др.).*
- *Маслобензостойкие.*
- *Химически стойкие.*
- *Термостойкие.*
- *Электроизоляционные.*

На свойства лакокрасочного материала влияют входящие в его состав компоненты:

- *Пленкообразующее вещество (связующее).*
- *Пигмент.*
- *Растворитель.*
- *Разбавитель.*

- *Наполнитель.*
- *Различные химические добавки.*

Краски, которые чаще всего применяются в строительстве, объединены в четыре большие группы:

- *Водорастворимые (в том числе воднодисперсионные), для внутренних и наружных работ.*
- *Масляные (в том числе алкидные).*
- *Специальные продукты (независимо от связующего).*

Декоративные покрытия:

- *Однотонные с различной фактурой (т.н. структурные штукатурки).*
- *Многоцветные гладкие покрытия (краски мультикolor).*
- *Покрытия, сочетающие в себе многоцветность и фактуру.*
- *Покрытия из цветной каменной крошки.*
- *Венецианские штукатурки.*

На рынке России широко представлена продукция фирмы CAPAROL, ALLIGATOR (Германия), SIGMA, SUPRO AKZO NOBEL (Голландия), TIKKURILA (Финляндия), DYO (Турция), SADOLIN AKZO NOBEL (Швеция), POLIFARB (Польша), ELEGANT (Канада), ОЛЬВИЯ-ВАПА (Россия), ПИГМЕНТ (Россия).

11.2. Пигменты и наполнители

Лакокрасочные материалы состоят из сухого и жидкого компонента. Сухими компонентами являются пигменты и наполнители, жидкими – связующие вещества.

Пигменты придают красочным составам определенный цвет, делают их непрозрачными. Наполнители позволяют экономить расход пигментов, а также улучшают механические свойства, повышают долговечность в эксплуатации.

В зависимости от свойств и назначения материалы для малярных составов и работ разделяют на: пигменты; наполнители; разбавители и растворители; готовые краски и лаки; вспомогательные материалы и др.

Пигменты, или сухие строительные краски - тонкоизмельченные цветные порошки, которые не растворяются в воде и органических растворителях (спиртах, скипидаре, маслах и др.), но хорошо смешиваются с ними и образуют суспензии или пасты необходимого цвета.

Пигменты делят на:

- природные (естественные);
- искусственные (органические и неорганические).

Природные пигменты получают при размоле и просеивании глинистых пород, содержащих окислы железа (мумия, охра, железный сурик и др.). Искусственные пигменты готовят на заводах химическим путем (белила, зелень, хром и др.).

Пигменты не должны изменять свой цвет под действием воды, извести, света или щелочи. Основные качества пигментов определяются следующими признаками: светостойкостью, водостойкостью, щелочестойкостью, а также укрывистостью (кроющей способностью).

Качество всех пигментов характеризуется следующими основными свойствами:

- укрывистостью (кроющей способностью), которая выражается количеством пигмента в граммах, необходимым для укрытия 1 м² поверхности, с таким расчетом, чтобы не просвечивал нижележащий слой;
- красящей способностью;
- тонкостью помола;
- свето-, водо- и атмосферостойкостью;
- стойкостью против химических воздействий;
- маслостойкостью и др.

Красящая способность, или **интенсивность**, пигмента характеризуется его способностью передавать свой цвет при смешивании с пигментами других цветов.

Тонкость помола (дисперсность) в малярных работах имеет большое значение: чем тоньше размолот пигмент, тем больше укрывистость и красящая способность.

Маслостойкость пигмента характеризуют количеством масла (см³ или г), которое необходимо добавить в 100 г пигмента, чтобы получить однородную пасту требуемой консистенции. Чем меньше требуется масла, тем больше пигмента содержится в краске и тем выше укрывистость. Такая краска экономична, покрытие, выполненное такой краской, будет стойким и долговечным.

Важным свойством пигментов является и *цвет*. Красный, синий и желтый пигменты в цветоведении называют основными, т.к., смешивая их между собой в различных пропорциях, можно получить пигменты всех остальных цветов, называемых смешанными. Например, зеленый цвет получают, смешивая синий и желтый пигменты, оранжевый – красный и желтый, фиолетовый – красный и синий, и т.д. Наглядное представление об этом дает цветовой круг (рис.29). С помощью пигментов применяемых в малярных работах, можно получить различные цвета.

По происхождению минеральные пигменты делят на:

- природные;
- искусственные (синтетические).

В строительстве также применяют металлические пигменты.

Искусственные пигменты подразделяются на:

- неорганические;
- минеральные и органические.

В строительстве чаще применяют минеральные пигменты, обладающие большей стойкостью к атмосферным, химическим и световым воздействиям, что очень важно при наружной окраске и окраске санитарно-технических помещений.

Для внутренней и в меньшей степени для наружных окрасок применяют и органические пигменты, обладающие достаточной светостойкостью, т.е. не выгорающие и не меняющие цвета под воздействием солнечных лучей.

Природные пигменты получают путем несложной механической обработки (размола, просева) природных материалов. Самым распространенным из них является белый пигмент мел. К красным пигментам относят природную мумию с цветом от светло-красного до коричневого (в зависимости от содержания в руде оксида железа), железный сурик (оксида железа более 75%). Желтым природным пигментом является охра, состоящая из глины, окрашенной в желтый цвет различными оттенками оксидами железа (11...18%), Среди коричневых пигментов можно выделить сурик железный, получаемый путем тонкого помола железняка и других железных руд, и умбру, получаемую из глины, окрашенной оксидами железа (не менее 48%) и оксидами марганца (7...14%). К черным природным пигментам относят графит и марганцевую руду.

Цветовая гамма природных минеральных пигментов ограничена, однако эти пигменты свето-, химически- и атмосферостойки, доступны и поэтому находят широкое применение в различных малярных составах для наружной и внутренней отделки зданий.

Искусственные минеральные пигменты получают путем термической или химической переработки минерального сырья. Наиболее широко применяются белые пигменты – известь, белила цинковые, титановые и свинцовые, а также литопон. Желтыми пигментами являются крон цинковый и свинцовый (с оттенками от светло-лимонного до темно-желтого). В качестве синих пигментов для приготовления малярных красок широко применяют ультрамарин, лазурь и кобальт синий. К красным пигментам относят крон красный и сурик свинцовый, к зеленым – зелень свинцовую хромовую и цинковую и оксид хрома. В качестве черных пигментов наиболее часто применяют различные сажи (газовая, пламенная и др.), жженую кость (чернь). Цветовая палитра искусственных минеральных пигментов достаточно разнообразна. Их широко применяют для получения различных красочных составов, используемых для наружных и внутренних работ.

Наряду с природными и искусственными минеральными пигментами применяют **металлические порошки** – тонкоизмельченные цветные ме-

таллы и сплавы металлов (алюминиевая пигментная пудра (светло-серебристого цвета) и золотистая бронза). Применяют их для окраски металлических конструкций (мостов, ферм, балок) и для декоративной окраски.

Органические искусственные пигменты - цветные порошки, полученные осаждением анилиновых органических красителей на каком-либо белом наполнителе (каолине, тальке).

Наполнители – природные или искусственные неорганические тонкодисперсные нерастворимые в жидкостях вещества преимущественно белого цвета, добавляемые в лакокрасочные составы для их удешевления и улучшения прочностных показателей покрытий.

Наполнители повышают сцепление пигментов с основанием, придают окрасочным поверхностям прочность, водо-, огне-, кислото- и атмосферостойкость, блеск или матовость, ускоряют высыхание пленки. В качестве наполнителей для красочных составов используют мел, молотый тальк, каолин, пылевидный кварц, асбестовую пыль, слюду и другие измельченные материалы.

Белые пигменты.

Для приготовления водных составов применяют мел, известь, гипс и др.; для неводных – белила, литопон, двуокись титана и др.

- *Природный мел* является лучшим природным пигментом, который применяют для внутренних и наружных покрытий в клеевых, силикатных окрашивающих составах, при приготовлении перхлорвиниловых красок, грунтовок, паст, шпаклевок и замазок. Мел можно смешивать с любыми пигментами. Влажность комового мела не должна превышать 12%, а молотого – 2%.

- *Обогащенный каолин* (природное соединение, глина) применяют для водных окрашивающих составов, а также как добавку для улучшения поверхности малярных покрытий, образующую более жирный и бархатный слой.

- *Строительную известь* используют как белый пигмент и как связующее для наружных и внутренних работ в водных составах и грунтовках. Известь можно смешивать только со щелочестойкими пигментами.

- *Цинковые сухие муфельные белила марок БЦО–БЦ6* применяют преимущественно для внутренних работ и неводных составов (иногда для силикатных) для окрашивания по металлу, дереву, штукатурке. Они недостаточны атмосферостойки.

- *Свинцовые белила* выпускают в виде густотертых паст. Из-за токсичности их применяют только для наружных работ по металлу и для приготовления масляных и эмалевых красок при ручном окрашивании.

- *Сухой литопон* выпускают в виде порошка марок ЛП, Т-А, Т-1, Т-2 и используют при составлении масляных и эмалевых красок для внутренних работ из-за низкой светостойкости.

- *Пигментная двуокись титана* (титановые белила) имеет несколько марок и разновидностей: А-1 – для вододисперсионных красок и эмалей при окрашивании внутренних помещений; А-01 и А-02 – для эмалей с повышенными декоративными свойствами для внутренней отделки; Р-1 – для кремнийорганических эмалей при наружном окрашивании; Р-02 – для наружных атмосферостойких окрашивающих составов; Р-02, Р-G4 – то же, но с повышенными декоративными свойствами; Р-05 – для малярных работ не применяют.

Желтые пигменты. Сухую желтую охру (природный пигмент) выпускают марок О-1 для изготовления художественных красок; О-2 для приготовления густотертых и готовых к употреблению красок и эмалей; О-3 (от желтой до светло-коричневой) для приготовления густотертых красок; О-4 - для приготовления цветных штукатурок, клеевых и силикатных составов. Охра - дешевый, прочный, свето- и щелочестойкий пигмент, применяемый во всех видах малярных составов для окрашивания деревянных, бетонных и металлических поверхностей для наружного и внутреннего применения.

- *Натуральная сиена* аналогична охре, но содержит больше окиси железа и коллоидного кремнезема, ее цвет серовато-оранжевый. При сильном прогреве цвет переходит в красно-коричневый, а пигмент называют сиеной жженой. Сиены стойки к щелочам, их применяют для всех видов окрашивающих составов по всем поверхностям снаружи и внутри помещений.

- *Пигмент желтый светло-коричневый* применяют для большинства окрашивающих составов при наружной и внутренней отделке. Цвет – от табачно-желтого до охристо-желтого.

- *Крон свинцовый сухой* (синтетический пигмент) выпускают лимонного, желтого и оранжевого цветов и применяют для приготовления всех видов Красок и окрашивающих составов (кроме щелочных); он токсичен и непригоден для смешивания с пигментами, содержащими свободную серу (литопон, ультрамарин).

- *Крон свинцово-молибденовый* выпускают марок ОК и ОКС и используют в масляных и эмалевых красках для внутренних работ по металлу; он имеет повышенную стойкость к коррозии.

- *Хроматы цинка* содержат различное количество цинка, хрома, калия; их применяют для изготовления противокоррозийных, декоративных и художественных красок и эмалей. Наиболее высококачественный пигмент - цинковый хром.

- *Аурипигмент природный (золотая краска)* имеет цвета от лимонно-желтого до оранжевого. Обладает высокой стойкостью, его применяют для внутренних и наружных работ в клеевых, масляных и дисперсионных окрашивающих составах. В настоящее время выпускают синтетический аурипигмент.

- *Пигмент оранжевый* применяют в масляных, клеевых и эмалевых составах для внутренних работ по дереву и штукатурке.

Красные пигменты:

- *Сурик железный* – природный неорганический пигмент красно-коричневого цвета, полученный тонким помолом железных руд. Изготавливают следующих марок:

Г – для лакокрасочных материалов специального назначения и алкидных грунтовок;

АК - для противокоррозийных красок и шпаклевок. Пигмент стоек ко всем воздействиям, его применяют для наружной и внутренней отделки по любым основаниям.

- *Сурик свинцовый* для малярных работ выпускают марок М-1 - М-3 для масляных составов как грунт по металлу и как добавку к сиккативам. Токсичен, обладает низкой свето- и кислотостойкостью.

- *Мумия природная сухая* – природный минеральный пигмент красно-коричневого цвета. Имеет марки М-1 (светлая) и М-2 (темная). Мумию природную применяют для всех малярных составов при наружном и внутреннем окрашивании по дереву и штукатурке. Мумию синтетическую выпускают светлую и темную и применяют во всех окрашивающих составах по дереву, штукатурке и металлу при наружных и внутренних работах.

- *Пигмент алый* – ярко красного цвета с высокой свето- и атмосферостойкостью, щелоче- и кислотостойкий. Применяют для внутренних отделочных работ в клеевых, масляных, синтетических составах.

- *Красный железистый пигмент* (резаксайд) имеет красновато-фиолетовый оттенок, отличается хорошей свето-, атмосферо-, -кислото- и щелочестойкостью. Используют для неводных окрашивающих составов при всех видах отделки.

- *Марс красный* имеет бархатистую структуру покрытия. Его выпускают марок А и Б и применяют в окрашивающих составах по древесине, бетону и кирпичу.

- *Киноварь синтетическую* ярко-красного цвета выпускают светлую и темную, используют для приготовления всех видов окрашивающих составов для древесины, бетона и кирпича для наружной и внутренней отделки.

- *Крок красный* различают обычный (ярко-красный) и тонкого измельчения (оранжево-желтый) и применяют во всех малярных составах для наружных и внутренних работ.

- *Крон свинцово-молибденовый* выпускают различных оттенков - от оранжевого до красного. Он имеет высокую стойкость против коррозии и токсичность. Применяют в составах при окрашивании металлоконструкций.

Коричневые пигменты:

- *Умбра натуральная* - неорганический природный пигмент коричнево-зеленоватого оттенка, после прокаливания - красно-коричневого. Ис-

пользуют во всех видах малярных составов для наружной и внутренней отделки по металлу, древесине и штукатурке.

- *Снежа жженая каштанового цвета* получается при прокаливании сиены натуральной, поэтому свойства и область применения их сходны.

- *Марс коричневый* бывает светлый, темный непрозрачный, темный прозрачный. Обладает свето- и щелочестойкостью. Применяют для всех видов малярных составов при наружном и внутреннем окрашивании древесины, металла и штукатурки.

Зеленые пигменты:

- *Зелень свинцовую густотертую* выпускают темного или светлого оттенка трех сортов: цельную 1 и 2 (без наполнителя) и с 5-50% наполнителя. Применяется для наружного и внутреннего окрашивания по металлу и дереву.

- *Зелень цинковую сухую* выпускают трех сортов и применяют в масляных и эмалевых красках для окрашивания металлических, деревянных и сухих оштукатуренных поверхностей.

- *Окись хрома техническая* - прочный свето-, атмосферо-, химически- и теплостойкий пигмент, который применяют для окрашивания горячих поверхностей и конструкций, эксплуатируемых в агрессивной среде. Входит во все малярные составы для внутренних работ.

Синие пигменты:

- *Ультрамарин синий* для малярных работ выпускают марок УМ-1, УМ-2 и применяют во всех видах малярных составов для разбеливания или нейтрализации желтоватого оттенка клеевых или известковых красок.

- *Лазурь железную сухую (милори)* темно-синего цвета используют в масляных и эмалевых составах для окрашивания по металлу и дереву, а также для разбеливания в бесщелочных составах. При смешивании с кроном желтым образует различные зеленые оттенки.

- *Кобальт синий* применяют для особо ответственных и высококачественных работ, росписей и окрашивания горячих поверхностей из-за его стойкости и высокой стоимости.

- *Пигмент голубой* в разбелах дает яркие голубые тона, обладает высокими качествами и стойкостью. Его используют для наружных и внутренних работ в масляных, эмалевых, клеевых и ПВХ-составах.

- *Лак темно-синего цвета* применяют для внутренней декоративной отделки и росписей.

Серые пигменты:

- *Цинковая пыль* представляет собой смесь цинковых белил с металлическим цинком. Ее примеряют в неводных составах, а также для декоративных покрытий.

- *Графит серый* входит в окрашивающие составы всех видов и служит противокоррозионным покрытием.

Черные пигменты:

- Сажу газовую и ламповую применяют для различных работ. Печную сажу не используют.
- Окись марганца входит во все малярные составы и сиккативы.
- Чернь костяную, виноградную, угольную, торфяную применяют во всех малярных составах.

Металлические пигменты:

- Пудру алюминиевую пигментную выпускают марок ПАК-1 и ПАК-2 и применяют для всех видов окрашивающих составов для металла и декоративной отделки.
- Порошок и бронзу золотистую употребляют с различными связующими для отделки внутренних поверхностей с повышенными декоративными требованиями.

Основы цветоведения. Одним из важнейших показателей малярного покрытия является цвет, который по-разному воспринимается при дневном и искусственном освещении. Для окрашивающих составов применяют пигменты различных цветов и оттенков, которые имеют в своей основе семь главных цветов спектра: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый (рис. 29)

Кроме того, зрительное восприятие обеспечивается цветом лучей, отраженных от прозрачной поверхности, или прошедших через нее. При отражении всех лучей спектра мы видим белый цвет; при полном поглощении – черный; зеленый цвет – при отражении зеленого и близких к нему по спектру и т.д.

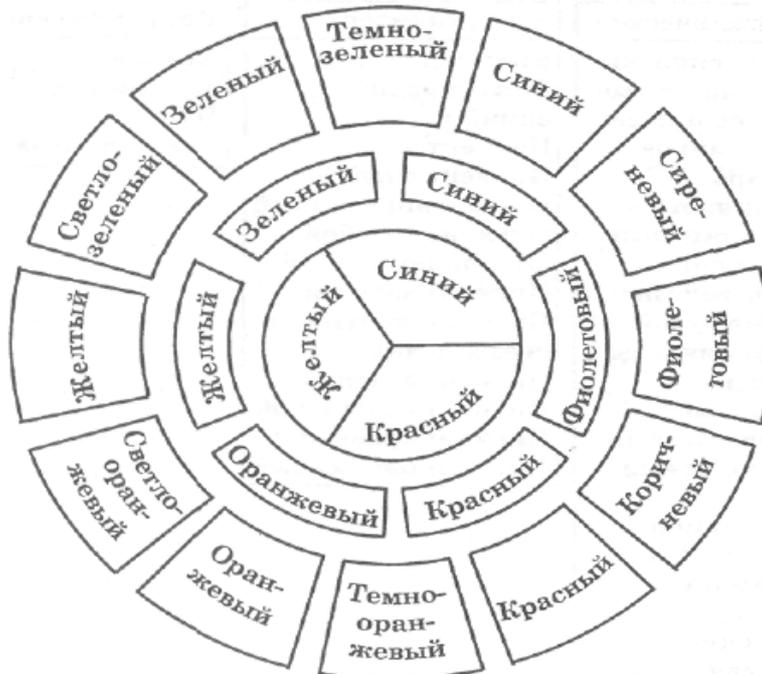


Рис. 29. Цветовой круг для смешивания пигментов

Для определения цветов их делят на ахроматические (бесцветные) и хроматические (цветные).

- **Ахроматические цвета** – белый и черный, а также серые, получаемые их смешением, в спектре отсутствуют. Они в разной степени отражают свет. Так, порошок окиси магния, отражающий до 96% лучей, считается самым белым цветом, а черный бархат или ламповая копоть, отражающие 0,3% лучей – наиболее черным. Возможности человеческого глаза позволяют различить всего 300 ахроматических цветов.

- **Хроматические цвета** – все остальные, имеющие тот или иной цветовой тон. Их образуют смешением цветов между собой, а также с черным или белым. Любой хроматический цвет характеризуется цветовым тоном, светлотой или насыщенностью. Цветовой тон определяют длиной волны соответствующего участка спектра. От добавления белого или черного изменяется светлота, характеризующаяся коэффициентом отражения. При добавлении к любому хроматическому цвету равного по светлоте серого цвета цветовой тон не изменится, но уменьшается светлота хроматического цвета или его насыщенность.

В спектре выделяют три основных цвета: красный, желтый и голубой, их нельзя получить смешением других цветов, в то время как все остальные можно. Так, зеленый получают смешением желтого и голубого; оранжевый – красного и желтого; фиолетовый – красного и голубого и т.д. Такие цвета называют смешанными. Применяемые в малярных работах пигменты позволяют получить составы всех основных и смешанных цветов. Каждый из них может быть темнее или светлее при добавлении черных или белых пигментов, что используется для затемнения и разбелов.

Для приготовления окрашивающих составов со смягченным цветовым тоном применяют дополнительные цвета, которые при смешивании с хроматическим цветом в определенных пропорциях дают серый (ахроматический) цвет. Дополнительные цвета усиливают друг друга. Так, красный рисунок на зеленом фоне увеличивает яркость и красного, и зеленого цветов; на голубом фоне эффектно выделяются желтый или золотистый, белый или оранжевые рисунки. Эти свойства используют при подборе цвета филенок, орнаментов, трафаретов, при окрашивании стен, перегородок и т.д.

Окрашивающие составы разделяют на четыре основные группы:

- **цельные** – из пигментов без разбелов (белых пигментов);
- **густые** – где цветной пигмент преобладает над белым;
- **нормальные** – где содержится равное количество цветных и белых пигментов;
- **разбеленные** – где преобладают белые пигменты, а цветные вводят для подсветки.

Цвета окрашивающих составов делят на теплые и холодные: к первым относят красные, оранжевые и желтые. Некоторые являются переходными в зависимости от преобладания в них теплых или холодных тонов, например фиолетовый и зеленый. Выбор цвета для окрашивания внутренних помещений, фасадов зданий имеет определенные закономерности и нормы, зависящие от географической ориентировки, интенсивности освещения, фона соседних зданий или сооружений и т.п. Срок службы – 1- 4 года.

11.3. Связующие вещества

Связующие вещества - жидкие материалы создающие с пигментами и наполнителями красочные составы и образующие после высыхания тонкую окрасочную пленку декоративного или антикоррозийного назначения. Это главный компонент красочного состава, который определяет консистенцию краски, прочность, твердость и долговечность образующейся пленки. Применяемые связующие можно разделить на следующие основные группы:

- для масляных составов;
- для водных составов;
- эмульсионные.

Связующие вещества для масляных составов. Для масляных составов в качестве связующего используют олифы и масляные лаки. Наиболее распространенными в строительных работах являются олифы. Они могут быть:

- натуральными;
- полунатуральными;
- искусственными (синтетическими).

Олифа натуральная (льняная, конопляная, соевая) – масляная жидкость, приготовленная из растительного масла путем его варки при температуре 200°С. При варке в олифу для ускорения ее высыхания и образования пленки добавляют стимулирующие вещества – сиккативы (оксиды и соли свинца, кобальта, марганца) в количестве 0,1...0,25%. Прозрачность олифы полная, плотность 0,93...0,95 г/см³.

Натуральные олифы создают прочные, эластичные и долговечные пленки. Эти олифы применяют для изготовления и разведения густотертых красок, а также в качестве самостоятельного материала для малярных работ. Окрасочные составы на натуральной олифе используют для высококачественной наружной и внутренней окраски дверных полотен, оконных переплетов, дощатых полов, металлических конструкций и др.

Олифу полунатуральную (уплотненную) получают путем растворения сильно уплотненного масла в летучем органическом растворителе (уайт-спирит, сольвент-нафты). Для производства полунатуральных олиф применяют невысыхающие или полувсыхающие пищевые масла

(хлопковое, подсолнечное, кукурузное и др.). Полунатуральные олифы высыхают вследствие испарения растворителя, а также взаимодействия масла с кислородом воздуха.

Из полунатуральных олиф наибольшее применение получили три вида: олифа-оксоль, оксоль-полимеризованная и оксоль-смесь.

Полунатуральные олифы имеют более широкое применение в строительстве, чем другие виды олиф, так как для их приготовления не требуется дорогих и дефицитных растительных масел. Их применяют для разведения масляных красок до малярной консистенции. Полученные красочные составы применяют для наружной и внутренней окраски дерева, металлов и штукатурки.

Олифы искусственные изготавливаются из синтетических смол (полимеров) или различных масел путем термической или химической их обработки. Они не содержат растительных масел (сланцевая олифа) или содержат их не более 35% (глифталева, пентафталева олифы). Искусственные олифы имеют темный цвет, дают покрытия высокой твердости и незначительной эластичности. Из них готовят красочные составы для внутренней окраски дерева, металлов и штукатурки.

Лаки масляные – растворы пленкообразующих веществ (масла, синтетические полимеры, битумы и т.д.) в органических растворителях. Растворители вводят для понижения вязкости пленкообразователя и придания лаку способности ложиться тонким, равномерным слоем. Кроме двух главных компонентов лак обычно содержит пластификатор, отвердитель и другие добавки, улучшающие качество лакового покрытия. Масляные лаки дают прочную, эластичную, устойчивую и долговечную блестящую пленку. Применяют их в качестве связующего для приготовления эмалевых красок, характеризующихся повышенной атмосферостойкостью, для придания глянца окрашенным поверхностям.

Связующие для водных красочных составов. Связующие для водных составов делят на неорганические и органические. Неорганическими связующими являются цементы, известь, жидкое стекло.

Органические связующие в зависимости от исходного сырья подразделяют на:

- животные (клеи костный, мездровый, казеиновый);
- растительные (крахмал, мука, декстрин);
- синтетические (полимерные клеи КМЦ, МЦ, ПВА, латексы, смолы, дисперсии).

Эти связующие, за исключением некоторых минеральных, образуют на окрашенной ими поверхности пленку за счет испарения из красочного состава воды.

Клеи – жидкости различной вязкости, обладающие высокой адгезионной способностью. Клей применяют как связующее вещество в клеевых

покрасках, а также для приклеивания оклеечных материалов (обои, пленки, фризы и др.).

Костный клей вырабатывают из обезжиренных и отполированных костей животных. Выпускают в виде студня, плитки, гранулированный, чешуйчатый. Применяют для приготовления красочных составов, грунтовок, шпатлевок, подмазочных паст.

Мездровый клей получают путем разваривания с водой белковых отходов с кожевенных заводов с последующим высушиванием. Применяют как костный клей.

Казеиновый клей – порошок серого цвета, состоящий из смеси казеина, гашеной извести и минеральных солей. Применяют в основном для окрашивания фасадов, так как образует очень прочное, несмываемое покрытие, а также для склеивания древесины, изготовления грунтовок и шпатлевок.

Растительный клей образуют крахмалы – ценные продукты питания, поэтому в малярных работах их применяют сравнительно редко. Применяют для клеевых красочных составов, грунтовок и шпатлевок, а также для наклейки обоев.

Синтетические клеи – полимерные синтетические продукты, обладающие высокой адгезионной способностью. Эти клеи используют в виде эмульсий, водных или спиртовых растворов. Чаще всего применяют карбоксиметилцеллюлозу КМЦ (ОСТ 6-65-386-80), метилцеллюлозу МЦ (ТУ-6-15-761—76).

Клей КМЦ — продукт химической переработки древесной целлюлозы, по внешнему виду представляет мелкозернистый порошкообразный материал белого или кремового цвета. Биологически стойкий (почти не загнивает), хорошо сцепляется с основанием, легко набухает и растворяется в теплой (до 40°C) и холодной воде, образуя коллоидный раствор, способный сохраняться длительное время. Применяют для приготовления клеевых и окрасочных составов, а также при оклейке обоями (КМЦ-4).

Клей ПВА – спиртово-водный раствор низко молекулярного поливинилацетата или разбавленная водой дисперсия. Клей в виде водной эмульсии применяют для приклеивания моющихся обоев, пленочных отделочных материалов, бумаги, дерева, картона, стекла, фарфора, кожи, линолеума, облицовочных плиток.

Эмульсии. Для изготовления различных малярных составов в качестве связующего вещества широко применяют эмульсии, которые значительно улучшают качество малярных составов, способствуют экономии натуральных олиф.

Эмульсия состоит из двух не растворяющихся одна в другой жидкостей (например, масла и воды), одна из которых, раздробленная на очень мелкие частицы, распределена в другой. Если эмульсии оставить в спокой-

ном состоянии, то жидкости начнут расслаиваться. Чтобы получить устойчивую эмульсию, в ее состав вводят *эмульгаторы* — вещества, способствующие образованию эмульсии (различные щелочи, хлорид кальция, известь, растворы казеина, животного и растительного клеев). До рабочей консистенции эмульсии разводят непосредственно перед применением.

11.4. Красочные составы

Красочные составы или **краски** – механическая смесь тонкоизмельченных пигментов и наполнителей с раствором пленкообразующих веществ, полученная при их смешивании. Используются для получения непрозрачного покрытия, закрывающего текстуру поверхности окрашиваемого материала.

В зависимости от назначения различают краски для:

- наружных работ;
- внутренних работ.

В зависимости от типа пленкообразователя и назначения их подразделяют на:

- масляные;
- водоразбавляемые;
- эмалевые;
- лаки.

Масляные краски выпускают:

- густотертыми (пастообразными);
- готовыми к применению (жидкими).

Масляные краски – это красочные суспензии пигментов в олифе, в состав которых вводятся также наполнители. Густотертые краски содержат минимальное количество олифы – 12...20%, а краски готовые к применению – 30...50% (по массе). Применяют их для наружной и внутренней окраски по металлу, дереву и сухой штукатурке.

Водоразбавляемые краски изготавливают обычно на месте малярных работ путем разбавления водой неорганических веществ до малярной консистенции. В настоящее время водосодержащие краски получили широкое распространение благодаря высокому уровню экологической безопасности этих составов.

Водоразбавляемые краски выпускают:

- на минеральной основе;
- клеевые;
- водоэмульсионные (латексные);
- полимерцементные.

Водоэмульсионные (латексные) краски – красочный состав из двух не смешивающихся жидкостей, в которой частицы (глобулы) одной жид-

кости (дисперсная фаза) распределены в другой жидкости (дисперсионная среда). Кроме пигментов и наполнителя они содержат водную дисперсию полимеров (винилацетатных, акриловых, бутадиенстирольных и др.), эмульгатор (поверхностно-активное вещество, которое препятствует укрупнению и слиянию глобул), пигмент и добавки, улучшающие свойство краски. Краски дают прочную пленку, хорошо защищают окрашенную поверхность.

Водоэмульсионные краски изготавливаются 17 цветов. Их наносят пневматическим распылением, кистью или валиком. Промышленностью выпускаются краски следующих марок: Э-ВА-27, Э-ВА-27-А – на основе поливинилацетатной дисперсии; Э-К4-26, Э-К4-26А – на основе бутадиенового латекса; Э-ВА-17 – на основе поливинилацетата с дибутилмалеином; Э-ВС-114 – на основе сополимера винилацетата с этиленом; Э-К4-112 – на основе стиролбутадиенового латекса.

Применение: для окраски зданий, по кирпичным, бетонным, оштукатуренным, деревянным и другим пористым поверхностям.

Известковые краски изготавливают с использованием воздушной или гидравлической извести и щелочестойких пигментов. В состав краски вводят добавки (поваренную соль или хлористый кальций) для предотвращения чрезмерно быстрого высыхания. Известковые красочные составы применяют для окраски кирпичных стен, штукатурок, бетонных поверхностей и внутренней отделки стен и потолков.

Цементные краски характеризуются повышенной атмосферостойкостью и долговечностью. В их состав входят белый портландцемент, щелочестойкие пигменты и некоторые добавки (известь-пушонка, хлорид кальция), улучшающие схватывание краски, ее эластичность, адгезию и водоотталкивающие свойства (стеарат кальция, мылонафт). Цементные краски применяют для наружных малярных работ и внутренней окраски влажных производственных помещений по бетону, кирпичу.

Силикатные краски -- смеси из растворимого калиевого стекла, щелочестойких пигментов и тонкодисперсных наполнителей (мела, талька, диатомита, трепела и др.). Предназначены для наружной окраски фасадов и внутренней окраски бетонных, кирпичных и оштукатуренных поверхностей, а также их можно использовать для защиты древесины от возгорания.

Эмалевые краски (эмали) относятся к летучесмоляным краскам. Эмали изготавливают путем перетирания сухих пигментов с алкидными (глифталевыми, пентафталевыми) и другими лаками. В качестве пигментов для эмалевых красок используют цинковые или титановые белила, кроны различного колера, ультрамарин, железный сурик и некоторые органические пигменты. Процесс их высыхания заключается в улетучивании растворителя, после чего на поверхности образуется пленка определенного качества в зависимости от рода связующего, взаимодействия между собой составляющих окрасочного состава и других условий.

Эмали – это суспензии пигментов в лаках с добавлением пластификаторов и сиккативов. Эмали отличаются от красок повышенным содержанием пленкообразующего вещества, что обеспечивает покрытиям более высокие декоративные качества. Назначение эмалей – непрозрачная отделка изделий из древесины.

Эмали, как и лаки, различают по основным видам пленкообразующих:

- масляные (на масляных лаках);
- спиртовые;
- нитроэмали (на нитролаках;
- нитроцеллюлозные;
- силиконовые кремнийорганические (на кремнийорганических лаках);
- парафиновые и т. д.

Спиртовые эмали готовят на основе спиртовых лаков. Они имеют малый срок высыхания, но вследствие невысокой водо- и влагостойкости ограничены в применении. Масляные эмали используются для отделки изделий, выполненных из различных материалов. К этой группе относятся эмали: масляноглифталевые, пентафталевые, муар, фиксоль, эмульсионные и др.

Масляноглифталевые эмали применяются для отделки интерьеров помещений, изделий из металла и дерева, эксплуатируемых внутри помещений. Время сушки покрытий – 48-72 ч при 20°C. Покрытия недостаточно гладкие.

В зависимости от вида пленкообразующего вещества эмалевые краски разделяют на:

- масляные, приготовленные на масляных лаках;
- нитроэмали (на нитролаках);

Эмалевые краски быстро высыхают и имеют высокую свето-, водо- и антикоррозийную стойкость. Выпускают их в готовом для применения виде и наносят на подготовленные поверхности кистями, валиками или краскораспылителями.

Лаки.

Лаки масляные – вещества, изготовленные на основе растительных масел и смол. Масляные лаки не обладают большой атмосферостойкостью, поэтому их используют, в основном, для лакировки деревянных поверхностей внутри помещений, например, для полов. Пленка, которую образует масляный лак, имеет желтоватый цвет.

Битумные лаки изготавливаются на основе битумов с высокой температурой размягчения. Они образуют пленки черного цвета и чаще всего применяются для защиты металлов.

Шеллачные лаки – растворы природных смол тропических деревьев в спирте или в политуре. Спиртовые лаки устойчивы к механическим воздействиям, они дают красивый блеск, но плохо переносят воду. Иногда подобные лаки используют при обработке мебели, чаще - при полировке декоративных деревянных изделий - шкатулок, деревянных украшений и т.п.

Алкидные лаки изготавливаются на основе алкидных смол. Они образуют почти прозрачные пленки, очень прочные (с высокой стойкостью к механическим воздействиям), их применяют и для наружных работ. Разновидность алкидных лаков – алкидно-карбамидные. Главное различие между ними в том, что при нормальной температуре без специальных отвердителей алкидно-карбамидные лаки не высыхают. Для того, чтобы высушить такой лак, применяется либо горячая сушка (80-120°C), либо специальные вещества, вводимые в состав лака. Применяются при укладке паркета и изготовлении мебели.

Нитролаки получают путем растворения нитрата целлюлозы в смеси активных органических растворителей. Для регулирования свойств лаков в композицию вводятся различные смолы (алкидные, аминоформальдегидные и др.). Нитролаки образуют твердые, прозрачные (практически бесцветные), быстросохнущие пленки. Применяют для лакирования изделий из дерева, иногда из металла (в качестве последнего слоя). Нитролаки служат, в основном, для обработки изделий, используемых внутри помещения, но с помощью современных добавок могут быть созданы варианты покрытия, способные противостоять атмосферным воздействиям.

Полиэфирные лаки – это вещества, которые применялись при изготовлении мебели в 70-е годы. Эти лаки при высыхании образуют пленки большой толщины.

Полиуретановые и алкидноуретановые лаки отличаются износостойкостью. Применяют их при паркетных работах для защиты наиболее ценных пород дерева. Это – самый дорогой тип лака. Стойкость и долгая служба подобного материала оправдывают его высокую стоимость. Полы Эрмитажа покрыты этими лаками.

11.5. Подготовительные и вспомогательные малярные материалы

Подготовительные материалы – материалы, применяемые для подготовки поверхностей под окраску (грунтовки, подмазочные пасты и шпатлевки).

Вспомогательные материалы - разнообразные жидкие и твердые вещества, применяемые для придания красочным составам малярной консистенции (разбавители, растворители, сиккативы).

Грунтовки – составы, в которые входят пигменты, наполнители и связующие, отличающиеся от окрасочных составов меньшим содержанием пигментов. Предназначены для обеспечения сцепления покрытия с окрашиваемой поверхностью, для защиты металлов от коррозии, перекрытия пор материала, выравнивания и создания однородной поверхности перед окраской.

Шпатлевки – густые вязкие смеси, состоящие из пигментов и наполнителей в связующем веществе и служащие для заполнения неровностей и исправления дефектов поверхностей, подлежащих окраске. На поверхность шпатлевки наносят шпателем или краскораспылителем. После высыхания они образуют ровные, однородные, без трещин, пузырей и механических включений поверхности. Шпатлевки в зависимости от вида применяемой краски бывают гипсовые, клеевые масляные и лаковые.

Подмазочные пасты применяют для заделки мелких выбоин, неровностей и трещин на окрашиваемых поверхностях. Они отличаются от шпатлевок тем, что не дают усадки и обладают повышенной адгезией.

Растворители – жидкости, применяемые для доведения малярных составов до необходимой (рабочей) консистенции, мытья посуды, кистей, инструментов и механизмов после работы неводными (масляными) составами. В качестве растворителей применяют органические летучие жидкости, обладающие способностью хорошо растворять пленкообразующие вещества; они должны достаточно быстро испаряться и полностью удаляться при образовании пленки, не обладать токсичностью, взрывоопасностью и гигроскопичностью. К ним относятся скипидар, уайт-спирит, ацетон, каменноугольный сольвент, спирт и др.

Разбавители используют для разбавления и разжижения густотертых красок, лаков, грунтовок или разведения сухих неорганических красок. В отличие от растворителей они содержат пленкообразующие вещества в количестве, необходимом для получения качественного лакокрасочного покрытия. Разбавителем для клеевых связующих служит вода, а для масляных и лаковых — олифы и различные эмульсии.

Сиккативы – растворы металлических солей жирных кислот, добавляемые к масляным лакам и краскам для ускорения высыхания (отвердевания) их пленок (5...8% по массе). Избыток сиккатива может сократить срок службы окрасочной пленки.

Смывки – смесь активных органических растворителей, загустителей и разрыхлителя, которую применяют для удаления отвердевших окрасочных пленок (при ремонте зданий и сооружений). Разрыхление и вспучивание старого покрытия наступает через 10...20 мин после нанесения смывки на покрытие.

Политуры – малоконцентрированные растворы твёрдых полирующих смол слабой концентрации, коллоксилина и пластификаторов в смеси летучих органических растворителей. Сухой остаток в политурах со-

ставляет 8-15%. Политуры глубже, чем лаки, проникают в поры древесины и образуют очень тонкие пленки, обладающие блеском и эластичностью. Они позволяют четко выявлять текстуру древесины.

Политуры служат для получения ровного зеркально-блестящего прозрачного покрытия, выявляющего и подчеркивающего естественную текстуру древесины.

Политуры бывают:

- спиртовые;
- нитрополитуры.

Спиртовые политуры, которые содержат в растворе шеллак, называют *шеллачными*. Шеллачные политуры часто приготавливают на месте применения, растворяя шеллак в этиловом спирте, затем отстаивая и фильтруя раствор. Они применяются для полирования шеллачных, нитроцеллюлозных и масляных пленок.

Нитрополитуры применяются для полирования нитролаковых покрытий после разравнивания или шлифования. Нитрополитуры образуют более стойкие покрытия, чем спиртовые. Их применяют для полирования нитролаковых покрытий после разравнивания или шлифования.

Нитрополитуры бывают:

- нитрошеллачные;
- нитроцеллюлозные.

Нитрошеллачная политура – раствор коллоксилина марки ПСБ, циклогексанон-формальдегидной смолы, шеллака и пластификаторов в смеси летучих органических растворителей. Применяются для окончательного полирования нитролаковых пленок.

Выпускается также *идитольная* спиртовая политура – раствор в спирте-сырце синтетической идитольной смолы, а также берестяная политура – на основе берестяной смолы. Идитольная политура образует несветостойкие покрытия, которые краснеют под действием солнечных лучей. Берестяная политура по качеству близка к шеллачной.

11.6. Применение ЛКМ

В настоящее время отечественные и зарубежные производители лакокрасочных материалов заняты разработкой и выпуском комплексных составов для отделки и защиты древесины, которые позволяют одновременно получить декоративное покрытие, не скрывающее текстуру древесины; защитить древесину от гниения, синевы, образования плесени; придать покрытию свето- и влагозащитные свойства. Такие составы выпускают отечественные и зарубежные фирмы: «Ловин» (Россия, Москва), «Садолин», «Тиккурила» (Финляндия), «Глазурит» (Германия), «Бетек» (Германия, Турция), «Элан» (Франция) и ряд других фирм.

Обширную группу составляют лакокрасочные товары, предназначенные для получения защитных и декоративных лакокрасочных покрытий. Они защищают изделия из металлов от коррозии, из древесины — от гниения, придают многим товарам красивый внешний вид, предохраняют их от загрязнения и облегчают уход за ними.

Ежегодно в мире от коррозии теряются десятки миллионов тонн стали и чугуна, в том числе в нашей стране около 15 млн. т, а среди всех покрытий, используемых для защиты металлических изделий от коррозии, лакокрасочные покрытия составляют свыше 80%.

Велика роль лакокрасочных товаров в повышении эстетических свойств многих непродовольственных товаров, в улучшении санитарно-гигиенического состояния жилищ и их декоративного оформления.

11.7. Особенности приёмки и оценки качества лакокрасочных товаров

Приемка партий лакокрасочных товаров, поступающих в торговлю, начинается с ознакомления с сертификатом, удовлетворяющим соответствие товара требованиям стандарта (ТУ) по всем нормируемым показателям качества, и проверки целостности их тары и упаковки.

Лакокрасочные товары поступают в продажу преимущественно в мелкогабаритной герметичной таре по 0,5—2 кг, иногда до 5 кг в упаковке. Тарой обычно служат жестяные банки, стеклянные бутылки и пластмассовые банки. Отдельные виды лаков, политуры и эмалей поступают в аэрозольной упаковке (емкостью до 0,3 л) с плотно закрытыми крышками и пробками. Упаковка стеклянных бутылей должна быть залита смолкой, не растворяющейся в содержимом бутылки, тара — иметь этикетки с четкой маркировкой, соответствующими обозначениями и указанием гарантийного срока хранения (обычно 6 мес.).

Качество олиф и лаков в торговле оценивают по их внешнему виду, цвету и прозрачности. Светлые лаки и олифы не должны изменять цвет отделяемой поверхности. Как правило, более темный цвет, в сравнении с установленной нормой (по йодометрической шкале) свидетельствует о применении более темных смол и масел, перегреве или передержке масла и лака при их варке, что, естественно, снижает их качество (понижается механическая прочность пленок, их эластичность, влагостойкость и др.). Пленки более темных лаков поглощают большее количество световых лучей, а поэтому в большей степени предрасположены к старению, связанному с разрушением покрытия.

Цвет и прозрачность олиф и лаков определяют просматриванием их пленки на стеклянной пластинке или в пробирке из бесцветного стекла. Лак должен быть прозрачным, без мути и посторонних включений (сорность) и нерастворившихся частиц, которые снижают однородность, проч-

ность и водостойкость пленки. Лаки с механическими включениями (сорностью и осадками) бракуют. Наличие сорности легко заметить просматриванием лака в прозрачной посуде и в виде пленки на стекле.

Качество красок оценивают по их внешнему виду, составу (по сертификату), цвету, вязкости, разливу, степени перетира, укрывистости, продолжительности высыхания, наличию механических примесей (сорности), устойчивости их хранения и другим свойствам. Сорность жидких красок определяют просматриванием тонкого красочного слоя, нанесенного на стеклянную пластинку.

Цвет красочных составов, так же как и их покрытий, оценивают путем сравнения с эталонными образцами. Устойчивость краски при хранении проверяют периодическим измерением вязкости и по наличию или отсутствию расслоения и осадков.

Качество лакокрасочных покрытий оценивают не только визуально, но и определением показателей адгезии, блеска (глянца), твердости, ударной прочности, водопоглощаемости, противокоррозионных свойств, атмосфероустойчивости и др. Высохшие лаковые и эмалевые пленки должны быть однородными, твердыми или эластичными, гладкими и блестящими, без трещин, морщин и вздутий. Для пленок отдельных лаков и красок установлены определенные нормы показателей твердости (по маятниковому прибору), эластичности (по изгибанию вокруг валиков с разным диаметром), прочности на удар, водостойкости и др. Адгезия (прочность прилипания) лакокрасочной пленки наиболее важное ее свойство, которое определяется методом сетчатого надреза пробных покрытий.

Во многих случаях пленки лакокрасочных составов, в особенности предназначенных для многослойных покрытий, например мебели с высокими декоративными свойствами, испытывают на способность их шлифоваться и полироваться. При хорошей способности шлифоваться после обработки пемзой, шкуркой или иным абразивом получают ровную поверхность лаковой или красочной пленки. При наличии незашлифованных и незаполированных мест поверхностей, когда на ней остаются частички пленки и соринки, способность лакового покрытия шлифоваться и полироваться считается неудовлетворительной. При шлифовании и полировании поверхность разогревается, поэтому лакокрасочные пленки с низкой термостойкостью (термопластичные) при этом размягчаются и при трении нарушается целостность покрытия.

Контрольные испытания лакокрасочных составов и покрытий проводятся по указаниям соответствующих научно-технических документации.

РАЗДЕЛ 12. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Формирование творческой личности будущего специалиста – товароведа можно реализовывать путём развития творческих способностей, активности и самостоятельности студентов в приобретении знаний. Это один из важнейших факторов повышения качества обучения.

Видами самостоятельной работы студентов могут быть:

1. Первичный контроль, который проводится в 1-ю или 2-ю неделю обучения с целью выявления общего уровня подготовки студентов к изучению курса и позволяет определить отстающих студентов, которым в дальнейшем оказывает преподаватель помощь.

2. Демонстрационный наглядный материал, содержащий теоретическую информацию и демонстрируемый на лекциях, лабораторных занятиях и др.

3. Методические указания для самостоятельной работы студентов, которые содержат основные теоретические положения курса дисциплины, контрольные вопросы, темы рефератов и индивидуальных заданий.

Самостоятельная работа студентов по изучению дисциплины «Товароведение и экспертиза строительных материалов» позволяет:

- глубже усвоить материал;
- наглядно изучить глубину, новизну, значимость материалов, применяемых для производства строительных товаров;
- научиться определять и изучать спрос на строительные товары в связи с применяемыми материалами;
- использовать материал для написания курсовых работ и дипломных проектов.

Самостоятельная работа может включать в себя написание рефератов по выбранной теме или проблеме, выполнение индивидуальных заданий (1-2 студента), изготовление наглядного стенда по любой теме дисциплины, выбранной студентами (1-3 человека) и др. Это активизирует учебный процесс, способствует развитию самостоятельности и творческого мышления. При выполнении этих работ студенты пользуются индивидуальными консультациями преподавателя. Примерная тематика рефератов и индивидуальных заданий, а также список основной и дополнительной литературы составлены применительно к программе данного курса. По материалам рефератов и индивидуальных заданий студенты выступают с докладами на семинарских занятиях.

Целью самостоятельных исследований является всестороннее и глубокое изучение ассортимента предложенных преподавателем групп строительных материалов (лакокрасочные, минеральные и органические вяжущие, древесные, металлические, керамические, стеклянные, природные и искусственные каменные, полимерные материалы), являющихся основой для производства строительных товаров.

Основными задачами, поставленными при выполнении самостоятельного задания по товароведению строительных материалов, являются:

- изучение дополнительной литературы (специальной литературы, справочников и др.);
- анализ и обобщение изученных данных;
- анализ групп материалов, их потребительских свойств как факторов сохранения качества товаров.

Содержание реферата: во введении рассматриваются значение изучаемого вопроса для торговли и потребителя, основные его направления и перспективы развития, исторические справки, должны быть кратко сформулированы цели и задачи работы. Обзор литературы является основной частью самостоятельной работы для изучения и раскрытия выбранной темы. В список литературы, кроме учебников и учебных пособий по товароведению, материаловедению непродовольственных товаров, необходимо включать научно-техническую литературу, отраслевые и рефератные журналы, справочники и др. В литературном обзоре студент анализирует и систематизирует материал по соответствующим разделам, делает ссылки на авторов, где указывает фамилию автора и его инициалы, год издания. Работа должна быть закончена выводами, заключением и библиографическим списком литературы по данной теме.

Примеры библиографического описания:

1. Адашкин А.М., Зуев В.М. Материаловедение (металлообработка): Учебник для нач.проф.образования / А.М. Адашкин, В.М. Зуев. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия»; Образовательно-издательский центр «Академия», 2002. – 240с.

2. Денисова С.А., Шевченко В.В. Качество обуви из синтетических материалов в зависимости от способа обработки Пути совершенствования технологии обработки в кожевенной промышленности и оценки качества потребительских товаров: Сборник науч.трудов. – Л., СПбТЭИ, 1998. – с.43-46.

По итогам самостоятельной работы проводится семинар, где студенты отчитываются о проделанной работе и обсуждаются полученные результаты, а также закрепляется пройденный теоретический материал.

ТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ И РЕФЕРАТОВ:

1. Использование древесины в строительстве.
2. Композиционные материалы на основе измельчённой древесины.
3. Материалы для подготовки поверхности к отделке.
4. Рынок покрытий для пола.
5. Рынок красочных составов.
6. Строительные товары из природных каменных материалов.
7. Строительные товары из искусственных каменных материалов.
8. Рынок отделочных материалов для стен.
9. Паркет. Виды. Свойства. Классификация. Сырьё.
10. Ламинат. Виды. Свойства. Классификация. Сырьё.
11. Линолеум. Виды. Свойства. Классификация. Сырьё.
12. Вспомогательные материалы для внутренних отделочных строительных работ.
13. Вспомогательные материалы для наружных отделочных строительных работ.
14. Сухие растворные строительные смеси для выравнивания стен и потолков.
15. Материалы для малярных работ. Наполнители.
16. Материалы для малярных работ. Связующие вещества.
17. Материалы для малярных работ. Вспомогательные материалы.
18. Готовые окрашивающие составы (краски и эмали), их типы. Методы определения качества. Требования к качеству.
19. Эмали. Классификация. Ассортимент. Методы экспертизы. Требования к качеству.
20. Масляные краски. Классификация. Ассортимент. Методы экспертизы. Требования к качеству.
21. Пигменты. Классификация. Ассортимент. Методы экспертизы. Требования к качеству.
22. Шпаклёвки. Методы определения качества. Требования к качеству.
23. Классификация шпаклёвок. Состав и свойства. Применение.
24. Материалы для обойных работ.

25. Методы определения качества обоев
26. Ассортимент обоев
27. Клейстеры, клеи и мастики для обойных работ.
28. Отделочно-декоративные плёнки. Виды. Состав. Назначение.
29. Синтетические моющиеся обои на бумажной и тканевой основе. Методы определения качества. Требования к качеству.
30. Тиснёные и тиснённые моющиеся обои на бумажной основе. Методы определения качества. Требования к качеству.
31. Ткани для облицовки стен.
32. Температурно-влажностный режим в оклеиваемых помещениях. Эксплуатационные особенности обойных работ.
33. Отделочные декоративные панели (пластиковые, из дерева, на основе заменителей дерева – ДСП, ДВП, МДФ) для стен.
34. Потолки из минераловолокнистых плит.
35. Потолки из минераловатных плит.
36. Потолки из гипсовых панелей.
37. Декоративные отделочные панели для потолков.
38. Керамические плитки. Классификация. Ассортимент. Методы экспертизы. Требования к качеству.
39. Стеновые строительные материалы для кладки.
40. Растворы и мастики для керамических плиток.
41. Полистирольные плитки.
42. Цементы. Технология производства (схема). Классификация. Ассортимент. Методы экспертизы. Требования к качеству.
43. Асфальтобетон. Классификация. Ассортимент. Методы экспертизы. Требования к качеству.
44. Бетон. Классификация. Ассортимент. Методы экспертизы. Требования к качеству.
45. Железобетон. Классификация. Ассортимент. Методы экспертизы. Требования к качеству.
46. Современные стекломатериалы.
47. Дёгти. Классификация. Ассортимент. Методы экспертизы. Требования к качеству.

48. Битумы. Классификация. Ассортимент. Методы экспертизы. Требования к качеству.
49. Газонаполненные пластмассы.
50. Поверхностно-активные вещества в строительстве.
51. Экологическая безопасность непродовольственных товаров.
52. Экологическая безопасность строительных материалов и изделий.
53. Экологическая культура потребителей и её значение в нормализации потребления.
54. Роль товароведения в обеспечении экологической безопасности окружающей среды.
55. Экология и экспертиза товаров.
56. Номенклатура экологических показателей.
57. Экологические стандарты и экологическая сертификация товаров.
58. Экологическая маркировка товаров.
59. Сертификация строительных товаров.
60. Идентификация и фальсификация строительных товаров.
61. Перспективы развития производства строительных материалов и товаров.
62. Стратегические задачи деятельности человека в области товаропроизводства.
63. Экомаркировка товаров (или фандрайзинговые символы)

Тематика стендов тоже может быть разнообразной. Например, «Отделочные материалы для пола», «Отделочные материалы для стен», «Пигменты», «Строительные древесные материалы», «Разновидности стекла», «Каучуки», «Сухие растворные смеси», «Виды обоев», «Разновидности линолеума и ламината», «Сырьё для производства керамических изделий», «Технология производства лакокрасочных материалов» и т.д.

Стенд может быть выполнен в виде схемы, рисунков, наглядных материалов и т.д.

РАЗДЕЛ. 13. ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

Адгезия – сцепление и связь между находящимися в контакте поверхностями разнообразных по составу твёрдых или жидких материалов.

Асбест – минерал, характеризующийся волокнистым строением, способностью расщепляться на тончайшие прочные волокна.

Асептирование – пропитка химическими веществами, обладающими антимикробным действием.

Базальт – излившаяся (вулканическая лавовая) горная порода – аналог габбро по химическому составу.

Бортовые или **бордюрные камни** – камни, отделяющие проезжую часть дорог от тротуаров.

Вулканический пепел – порошкообразные частицы вулканической лавы, от серого до чёрного цвета, состоящие в основном из аморфного кремнезёма.

Вулканические туфы – цементированные обломочные породы, состоящие из вулканического пепла и имеющие стекловидное строение.

Выветривание – медленное разрушение материалов под воздействием окружающей среды.

Гигроскопичность – способность материала поглощать водяные пары из воздуха.

Гипс – типичный минерал осадочных пород, имеющий пластинчатое, волокнистое или зернистое строение. Применяют в производстве гипсовых вяжущих.

Габбро – равномерно-зернистая горная порода, состоящая из полевого шпата (до 50%) и тёмноокрашенных минералов (авгита и оливина).

Глина – рыхлая осадочная землистая полиминеральная смесь.

Горная порода – минеральная масса постоянного состава.

Гранит – горная порода, распространённая в земной коре и образованная в результате остывания магмы на большой глубине, в условиях высокой температуры.

Диабаз – излившийся аналог габбро – горная порода с зёрнами различной крупности тёмно-серого или зеленовато-чёрного цвета.

Диатомиты и **трепелы** – лёгкие горные породы, состоящие из аморфного кремнезёма в виде остатков диатомовых водорослей или скелетов окаменелых организмов.

Диорит – зернистая массивная порода, состоящая на 70% из полевых шпатов, а также из роговой обманки, биотита, иногда кварца.

Доломит – минерал, встречающийся в природе в виде двойной соли. Слагает доломитовую породу. Применяется как сырьё для производства магнезиальных вяжущих веществ.

Изверженные (магматические) горные породы – породы, образованные из расплавленной магмы – огненно-жидкой массы, излившейся из глубины земли.

Известняк-ракушечник – пористая порода, состоящая из раковин и их обломков, сцементированных известковым веществом.

Инсектициды – химические вещества (каменноугольное масло с растворителями, хлорофос, сланцевое масло с добавкой пентахлорфенола), которые применяют в виде суспензий, эмульсий, аэрозолей, в порошкообразном и газообразном виде. Инсектициды проникают в древесину и создают губительную для насекомых среду.

Кальцит – кристаллический известковый шпат, встречающийся в виде кристаллов и зёрен или монолитной массы. Один из самых распространённых минералов.

Каолинит – водный алюмосиликат – продукт выветривания изверженных и метаморфических пород.

Керамические материалы – искусственные каменные материалы, полученные из природных глин или глиняных смесей с минеральными добавками путём формования, сушки и последующего обжига.

Круглые лесоматериалы – отрезки древесных стволов, очищенные от коры и сучьев.

Ламинирование – метод, при котором листы стекла и расположенная между ними плёнка из бутафоль-поливинилбутериала (ПВБ) в процессе сжатия соединяются между собой под воздействием высокой температуры и вакуума.

Лесоматериалы – материалы из древесины, сохранившие её природную структуру и химический состав.

Мел – горная порода белого цвета, состоящая из мелких частиц раковин простейших организмов и обладающая невысокой прочностью.

Мергели – горная порода, состоящая из смеси известняка и глины в различных соотношениях и используемая для изготовления портландцемента.

Метаморфические горные породы – породы, образованные в результате глубоких изменений изверженных и осадочных пород под воздействием высоких температур или больших давлений.

Минералы – природные химические соединения, образовавшиеся в результате физико-химических процессов, происходящих в земной коре.

Мусковит – прозрачная бесцветная слюда, хорошо сопротивляющаяся выветриванию.

Обломочные горные породы – механические отложения – грубые продукты механического разрушения изверженных пород.

Оливин – породообразующие минералы железисто-магнезиальной группы.

Осадочные горные породы – продукт выветривания изверженных горных пород при воздействии воды, ветра, движения ледников, температурных изменений.

Пемза – пористая порода светло-серого цвета, похожая на застывшую пену.

Пенобетоны – материалы, получаемые смешиванием цементного теста или цементно-песчаного раствора с устойчивой пеной.

Полевой шпат – кристаллические минералы, в состав которых входят оксиды кремния и алюминия.

Порфиры – горные породы, образующиеся при быстром затвердевании магмы на небольшой глубине или на поверхности земли.

Природные каменные материалы – строительные материалы, получаемые без обработки или путём механической обработки горных пород.

Роговая обманка – породообразующие минералы железисто-магнезиальной группы.

Сиенит – горная порода, не содержащая в минералогическом составе кварц и состоящая из ортоклаза (полевого шпата), плагиоклазов, биотита и роговой обманки. Применяют для облицовки зданий, а в основном как щебень для бетонов.

Слюда – водный алюмосиликат сложного и разнообразного состава

Терракота – неглазурованная однотонная керамика с характерным цветным пористым черепком.

Тиксотропия – свойство пластично-вязких смесей при повторяющихся воздействиях терять структурную вязкость, временно превращаясь в вязкую жидкость.

Удобоукладываемость – способность заполнять форму и уплотняться при помощи вибрации.

Химическая стойкость – способность материалов сопротивляться разрушительному влиянию щелочей, кислот, растворённых в воде солей и газов

Химические или противоморозные добавки – химические соединения, вводимые в бетонную смесь в количестве 2-10% массы цемента и способствующие твердению бетона при отрицательных температурах.

Фанера – листовый материал, склеенный из 3-х и более слоёв лущёного шпона.

Флюатирование – химический способ защиты в виде пропитки поверхностного слоя пористых камней растворами солей кремнефтористоводородной кислоты.

Шпон – тонкие срезы древесины заданной толщины.

Экологическая чистота – отсутствие токсичности, вредного биологического действия на человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александровский А.В., Попов К.Н. Материалы для декоративных, штукатурных, плиточных и мозаичных работ. М., 1986.
2. Алексеев Н. С. Товароведение хозяйственных товаров. В 2-х т. Т1 Учебник для товароведов фак. торг. вузов. М «Экономика», 1977.
3. Баженов Ю.М. Технология бетона. М., 1987.
4. Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий. М., 1984.
5. Бурмистров Г.Н. Облицовочные синтетические материалы. М., 1987.
6. Волженский А.В. Вяжущие вещества. М., 1986.
7. ГОСТ 23732—79. Вода для бетонов и растворов. Технические условия.
8. ГОСТ 25192—82. Бетоны. Классификация и общие технические требования.
9. ГОСТ 28013—89. Растворы строительные. Общие технические условия.
10. ГОСТ 111—90. Стекло листовое. Технические условия.
11. ГОСТ 6141—91. Плитки керамические глазурованные для внутренней облицовки стен. Технические условия.
12. ГОСТ 26633—91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.
13. ГОСТ 21880—94. Маты прошивные из минеральной ваты теплоизоляционные. Технические условия.
14. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть
15. ГОСТ 530—95. Кирпич и камни керамические. Технические условия.
16. ГОСТ 30301-95. Изделия асбестоцементные. Правила приёмки.
17. ГОСТ 30402-96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость
18. ГОСТ 30444—97 (ГОСТ Р 510320-97) Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени
19. Григорьев М.А. Справочник молодого столяра, плотника и паркетчика. – 3-е издание, переработанное и дополненное – М.: Лесная промышленность, 1989.
20. Гришук Т.В. Строительные материалы и изделия: Учебное пособие для учащихся ССУЗов. – Мн.: Дизайн ПРО, 2004.
21. Домокеев А. Г. Строительные материалы: Учебник. – М : Высшая школа, 1982с.
22. Комар А.Г., Баженов Ю.М., Сулименко Л.М. Технология производства строительных материалов. М., 1990.

23. Комар А.Г. Строительные материалы и изделия. М., 1988.
24. Малин В. И. Справочник молодого облицовщика- плиточника и мозаичника. – 4-е изд., перераб. и доп. –М :Высшая школа, 1988..
25. Мареев Ю. И. Товароведение хозяйственных товаров: Учебник для товароведных отделений техникумов сов. торговли. 1988.
26. Материаловедение. Отделочные работы: Учебник для нач.проф.образования / В.А. Смирнов, Б.А. Ефимов, О.В. Кульков и др. – М.: Проф.ОбрИздат, 2001.
27. Микульский и др. Строительные материалы. М., 1996.
28. Назашвили Ч.Х. Строительные материалы, изделия и конструкции: Справочник. М., 1990.
29. Общий курс строительных материалов / Под ред. И.А. Рыбьева. М., 1987.
30. Отделочные работы. От штукатурных до облицовочных: Практическое руководство / Сост. А.А. Теличко. – М.: РИПОЛ классик, 2004.
31. Пожарная безопасность зданий и сооружений. СНИП 21-01-97. М.: Госстрой России, 1997.
32. Попов Л.Н. Строительные материалы и детали. М., 1986.
33. Рыбьев И. А. Строительное материаловедение. Учебник для строит спец вузов. 2-е изд. Испр., - М : Высшая школа, 2004.
34. Справочник индивидуального застройщика. От расчётных формул до экономии материалов: Справочник / Сост. В.И. Рыженко. – М.: Издательский дом «Оникс 21 век», Изд-во «Центр общечеловеческих ценностей», 2005.
35. Строительные материалы. Учебно-справочное пособие / Под. Ред. Г.А. Айрапетова, Г.В. Несветаева. – Ростов н/Д: Изд-во «Феникс», 2004. – 608с.
36. Товароведение непродовольственных товаров / Учебник для экономических факультетов торговых вузов / В.Л. Агбаш, В.Ф. Елизарова, З.И. Коваленко и др. М.,: Экономика, 1983.
37. Товароведение промышленных товаров (Пластические массы, хозяйственные и строительные товары): учебник для товаровед. факультетов кооперат. ВУЗов (Брозовский Ф.И., Демидова Г.А., Зелинский О.В., Зубаков В.Д.- в 4т. I 2. – М.:Экономика , 1979
38. Чаус К.В., Чистов Ю.Д., Лабзина Ю.В. Технология производства строительных материалов, изделий и конструкций. М., 1988.
39. Чмырь В.Д. Материаловедение для отделочников-строителей. Материалы для малярных и штукатурных работ. М., 1990.
40. Юхневский П.И. Строительные материалы и изделия: Учеб.пособие / П.И. Юхневский, Г.Т. Широкий. – Мн.: УП «Технопринт», 2004.

Учебное издание

**ТОВАРОВЕДЕНИЕ И ЭКСПЕРТИЗА СТРОИТЕЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Учебное пособие

Конобеева Алла Борисовна

Технический редактор – Т.И. Медведева

Отпечатано в издательско-полиграфическом центре
ФГОУ ВПО МичГАУ

Подписано в печать 18.01.07 г. Формат 60x84 ¹/₁₆,
Бумага офсетная № 1. Усл.печ.л. 19,5 Тираж 185 экз. Ризограф
Заказ №

Издательско-полиграфический центр
Мичуринского государственного аграрного университета
393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101,
тел. +7 (47545) 5-55-12
E-mail: vvdem@mgau.ru

