

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ – МСХА имени К.А. Тимирязева**

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Курс лекций

для студентов специальности

*08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений,
специализация: «Строительство гидротехнических сооружений
повышенной ответственности»*

Часть 2

Новочеркасск

Лик

2021

УДК 691:626(075.8)
ББК 38.3:38.77я73
М 695

Рецензент:

Ханов Н.В. доктор технических наук, профессор

Михеев П.А.

М 695 Строительные материалы: курс лекций для студентов специальности 08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений, специализация: «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности». Часть 2 / П.А. Михеев; ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева – Москва, Новочеркасск: Лик, 2021. – 151 с.
ISBN 978-5-907158-94-8

Часть 2 Курс лекций для студентов специальности 08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений, специализация: «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности» – 151 с.

ISBN 978-5-907391-33-8

Курс лекций соответствует содержанию дисциплины «Строительные материалы» рабочей программы дисциплины, изучаемой студентами в 3 семестре (вторая часть). Строительные материалы являются основой промышленного, гражданского, гидротехнического, сельского строительства, поэтому изучение свойств, особенностей получения и применения строительных материалов является важным этапом подготовки строителя.

Курс лекций предназначен для студентов специальности 08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений, специализация: «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»

УДК 691:626(075.8)
ББК 38.3:38.77я73

ISBN 978-5-907391-33-8

© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева, 2021
© Михеев П.А., 2021

ВВЕДЕНИЕ

Вторая часть дисциплины «Строительные материалы» изучается студентами специальности 08.05.01 – «Строительство уникальных зданий и сооружений» в третьем семестре и является продолжением общего курса, который формирует базовые компетенции для последующих архитектурно-строительных и организационно-технологических модулей дисциплин учебного плана специальности.

Если в первой части рассматривались вопросы, связанные с использованием минеральных вяжущих и материалов на их основе, а это различные растворы, бетон и железобетон, что составляет основу при строительстве любого гидротехнического сооружения [5], то во второй части анализируются свойства и возможности органические вяжущих. Материалы на основе органических вяжущих, имеют первостепенное значение в строительстве уникальных зданий и сооружений, в первую очередь, как гидро- и теплоизоляционные материалы. Рассматривается использование керамических материалов, стекла и ситаллов, а также строительных материалов из дерева и металла, изделий на основе полимеров и пластмасс, отделочных материалов. Отдельная лекция посвящена методам исследования и оценке качества материалов, а также возможностям современного диагностического оборудования и информационных технологий при изучении условий использования и оценке состояния строительных материалов.

Вторая часть курса лекций представлена в полном соответствии с последовательностью учебного материала рабочей программы дисциплины, разработанной кафедрой «Сельскохозяйственное строительство и экспертиза объектов недвижимости» РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Список литературы включает учебно-методические и нормативные издания, отражающие последние достижения отечественного и зарубежного строительного материаловедения.

Курс лекций предназначен для студентов специальности 08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений, специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»

Составитель

Лекция 1. ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

План лекции.

- 1.1. Битумные и дегтевые вяжущие.
- 1.2. Асфальтовые растворы и бетоны, дегтебетоны.
- 1.3. Эмульсии и мастики.
- 1.4. Заполняющие компоненты на основе органических вяжущих веществ.

1.1 Битумные и дегтевые материалы

Органические вяжущие вещества – это высокомолекулярные природные или синтетические вещества, способные:

– приобретать жидко-вязкую консистенцию при нагревании или действии растворителей или же имеющие жидко-вязкую консистенцию в исходном состоянии;

– с течением времени самопроизвольно или под действием определенных факторов (температуры, веществ-отвердителей и др.) переходить в твердое состояние.

Существенной особенностью этих веществ, как в жидком, так и в твердом состоянии, является их хорошая **адгезия** – прилипание к поверхности минеральных и органических материалов.

По происхождению, химическому и вещественному составу органические вяжущие делятся на следующие группы: черные вяжущие (битумы и дёгти); природные смолы, клей и полимеры; синтетические полимерные продукты.

Природные высокомолекулярные вещества применяются в строительстве, как в естественном состоянии, так и после химической модификации, придающей им необходимые свойства.

В зависимости от отношения к нагреванию и растворителям органические вяжущие делятся на термопластичные и термореактивные.

Термопластичными называют вещества, которые при нагревании переходят из твердого состояния в жидкое (плавятся), а при охлаждении вновь затвердевают, причем такие переходы могут повторяться много раз.

К термопластам относятся битумы, смолы, многие широко распространенные полимеры – полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол и др.

Термореактивные – это вещества, у которых переход из жидкого состояния в твердое происходит необратимо. При этом у них меняется молекулярная структура: линейные молекулы соединяются в пространственные сетки – гигантские макромолекулы. Такое необратимое твердение (этот процесс называют также «отверждение», «вулканизация») происходит не только под действием нагрева, но и под действием веществ отвердителей, ультрафиолетового и γ -излучения и других факторов.

К термореактивным органическим вяжущим относят эпоксидные и по-

лиэфирные смолы, олифы, каучуки в смеси с вулканизаторами и др.

Органические вяжущие характеризуются низкой термостойкостью. В зависимости от состава и строения температура их размягчения составляет 80-250⁰ С. В большинстве своём это горючие вещества. Большинство из них водо- и химически стойки (они хорошо противостоят действию кислот, щелочей и солевых растворов). Стоимость органических вяжущих значительно выше, чем минеральных, а объёмы их производства – намного ниже.

Наиболее широкое применение органические вяжущие вещества получили в гидротехническом, дорожном, промышленном и гражданском строительстве в виде кровельных, гидроизоляционных материалов, асфальтобетона, асфальтораствора и изделий из них.

Битумы (от лат. bitumen – смола) – органические вещества черного или темно-коричневого цвета, состоящие из смеси высокомолекулярных углеводородов и их неметаллических производных, т.е. соединений углеводородов с серой, азотом или кислородом. При комнатной температуре битумы находятся в твердом или вязкопластичном состоянии.

В зависимости от происхождения битумы могут быть природные и искусственные (техногенные); источником образования или получения битумов и в том, и в другом случае является нефть.

Природные битумы встречаются в виде асфальтовых пород, например песка, пористого известняка, пропитанных битумом (содержание битума от 5 до 20 %). Природные битумы образовались при разливе нефти в результате испарения из нее легких фракций и частичного окисления кислородом воздуха. Мировые запасы природного битума более 500 млрд. тонн.

Искусственные битумы образуются в виде остатка при прямой перегонке нефти, топлива и масел – нефтяные битумы.

Битумы – сложные коллоидно-дисперсные системы, состоящие из нескольких групп веществ: твердые высокомолекулярные вещества (асфальтены, карбены, карбоиды), придающие битуму твердость; смолистые вещества, придающие битуму клейкость; нефтяные масла, придающие битуму вязкость и термопластичность.

Существует ряд способов получения нефтебитума: атмосферно-вакуумной перегонкой (остаточные битумы); окислением гудронов кислородом воздуха (окисленные битумы); окисление способом продувки воздухом крекинг – остатков, образующихся при переработке мазута способом крекинга, при высоких температурах и больших давлениях (крекинговые битумы); осаждением асфальтено-смолистой части гудронов пропаном (битумы диаасфальтизации); переработкой кислых гудронов (кислотные битумы).

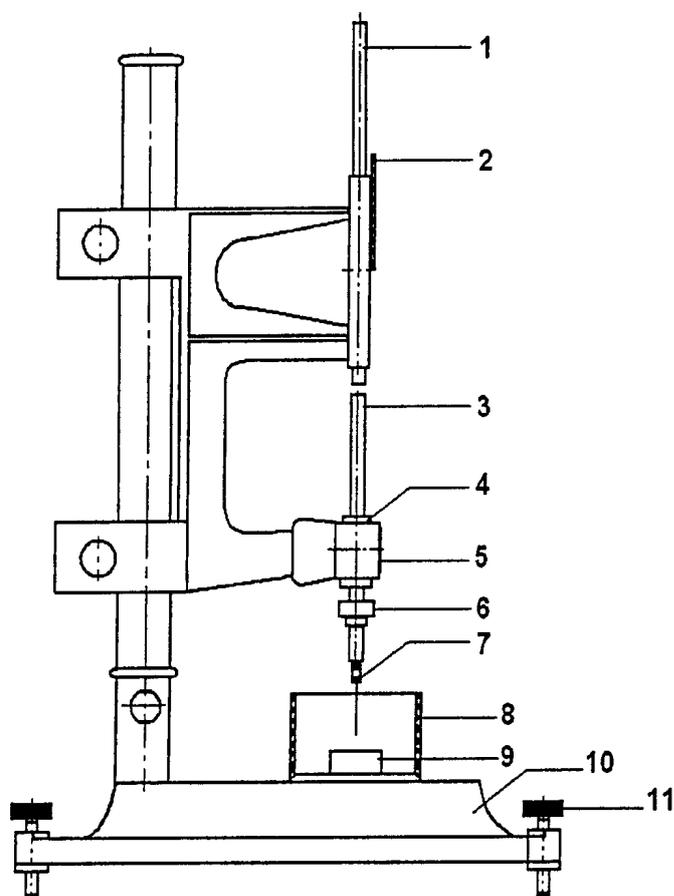
Гудрон – смолистый остаток, содержащий твердые частицы, получаемый в результате разгонки (разделения) нефти на горючие и смазочные вещества. Он является исходным сырьем для получения полутвердого и твердого битума, но может использоваться и без переработки, как жидкий битум.

Битумы делят на три типа по области их применения: дорожные (для асфальтобетонных); кровельные (для мягких кровельных материалов); строительные (для изготовления мастик, гидроизоляции и др.).

Свойствами, характеризующими качество битумов, являются: вязкость; пластичность; температура размягчения; температура хрупкости; температура вспышки; адгезия.

Вязкость – сопротивление внутренних слоев битума перемещению относительно друг друга. При повышении температуры вязкость снижается, при ее понижении вязкость быстро возрастает, а при отрицательных температурах битум становится хрупким. Для измерения структурной вязкости применяют различные приборы, позволяющие определить вязкость в абсолютных единицах (Па·с) или выразить ее в условных единицах.

Для характеристики вязкости, точнее, величины обратной вязкости, т.е. текучести битумов, принимается условный показатель – глубина проникания иглы в битум (пенетрация – от лат. penetratio – проникать), определяемая на приборе пенетрометре (рисунок 1.1) по погружению иглы в образец.



- 1 – рейка кремальеры; 2 – шкала; 3 – плунжер; 4 – направляющая втулка; 5 – тормозное устройство; 6 – груз-шайба; 7 – игла и держатель; 8 – чашка кристаллизационная; 9 – чашка пенетрационная; 10 – опорный столик; 11 – регулируемый винт

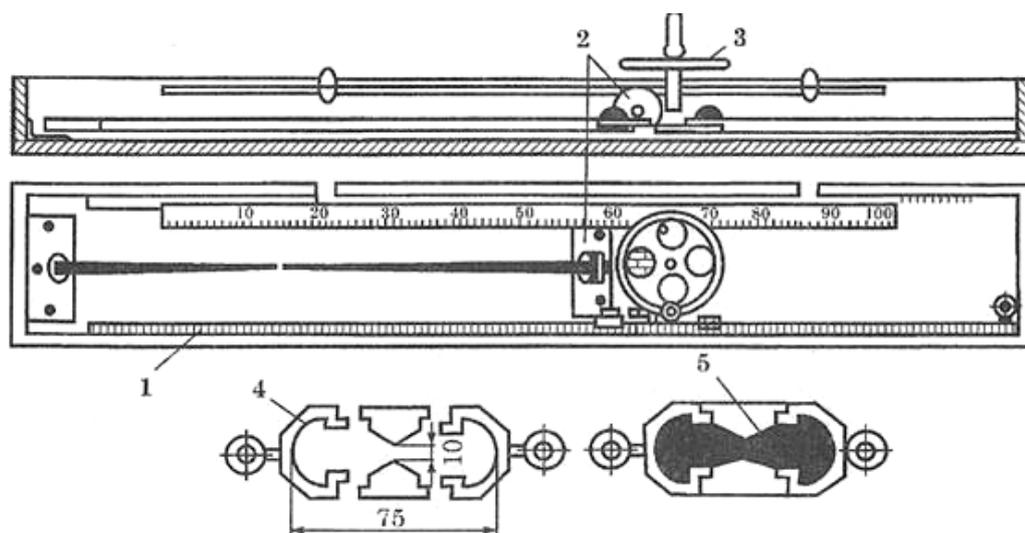
Рисунок 1.1 – Схема пенетрометра

Глубину проникания иглы в битум определяют при действии на иглу груза массой 100 г в течение 5 с при температуре 25°C или при 0°C и грузе 200 г в течение 60 с. Пенетрация твердых или вязких битумов выражается в

единицах (градусах), равных 0,1 мм проникания иглы в битум. Чем больше вязкость, тем меньше проникание иглы в битум.

Пластичность является важным свойством битумов. Она повышается с увеличением содержания масел, длительности действия нагрузки и повышения температуры. Пластические свойства твердых и вязких битумов условно характеризуются растяжимостью (дуктильность – от англ. ductility – эластичность, тягучесть) – способностью вытягиваться в тонкие нити под действием внешних постоянных сил.

Растяжимость битума определяют с помощью прибора дуктилометра по абсолютному удлинению (в сантиметрах) стандартного образца битума, растягиваемого в воде при 25°C со скоростью 5 см/мин. (рисунок 1.2).



1 – червячный винт; 2 – салазки; 3 – маховик; 4 – разборная форма; 5 – битум

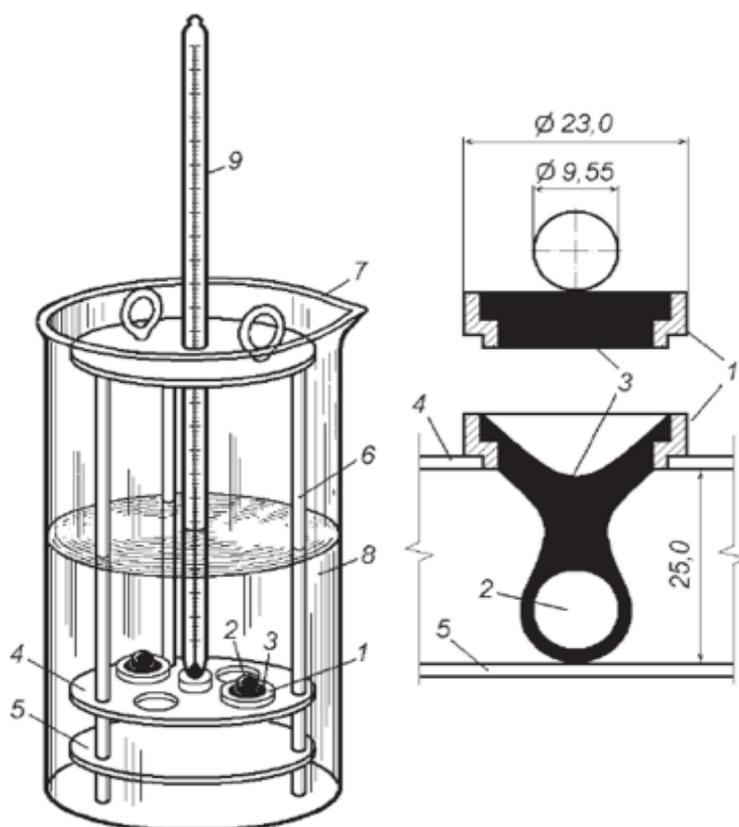
Рисунок 1.2 – Дуктилометр для определения растяжимости битума

Показателем растяжимости служит длина нити в момент разрыва образца, выраженная в сантиметрах. Пластические свойства битума зависят от температуры, группового состава и структуры. Так, например, с повышением содержания смол и асфальтенов пластичность при постоянной температуре битумов возрастает.

Температура размягчения битума, выраженная в градусах Цельсия, определяемая на приборе "кольцо и шар" ("КиШ") (рисунок 1.3).

Температурой размягчения считается температура, при которой шарик проваливается сквозь битум, заплавленный в кольцо.

Температуру размягчения соответствует температуре водяной бани в стакане прибора в момент, когда битум, имеющийся в латунном кольце (диаметр 16,0 мм), деформируясь под воздействием металлического шарика массой 3,5 г и постепенного нагрева воды со скоростью 5°C в минуту, коснется нижней полки подставки. Нижняя полка подставки прибора находится на стандартном расстоянии от кольца, равном 25 мм. Температура размягчения вязких и твердых битумов колеблется в пределах от 20 до 95°C.



1 – кольцо; 2 – шар; 3 – битум; 4 – верхняя полочка; 5 – нижняя полочка;
6 – стойка штатива; 7 – стеклянный стакан; 8 – вода; 9 – термометр

Рисунок 1.3 – Прибор "Кольцо и Шар" для определения температуры размягчения битума

Температура хрупкости битума определяют на специальном приборе Фрааса. Для этой цели испытуемый битум наносят тонким слоем на латунную пластинку, которая вместе с битумом может охлаждаться и изгибаться с помощью приспособления, имеющегося на приборе. За температуру хрупкости принимают ту температуру, при которой на топком изгибаемом слое битума образуется первая трещина. Температура хрупкости, например, дорожных битумов может быть от -20 до $+5^{\circ}\text{C}$. Очевидно, что чем ниже температура хрупкости битума, тем больше его морозостойкость и выше качество.

Температура вспышки – температура, при которой пары, образующиеся при нагревании битума в открытом тигле, воспламеняются от поднесенного пламени. Температуру вспышки определяют на стандартном приборе и отмечают по показанию термометра в момент вспышки паров битума. Температура вспышки твердых и вязких битумов обычно выше 200°C и характеризует степень огнеопасности битума при его разогреве, при работе с ним, особенно при разогреве, следует соблюдать требования пожарной безопасности.

Адгезия – прилипание к поверхности различных минеральных и органических материалов. Для определения адгезии существует много методов и приборов. Одним из них является визуальный метод, по которому сте-

пень прилипания битумов к поверхности минеральных материалов оценивают по пятибалльной шкале. Отличное прилипание битума 5 баллов в том случае, когда пленка битума на поверхности гравия или щебня полностью сохранилась после кипячения в дистиллированной воде. Очень плохое прилипание, оцениваемое в один балл, когда пленка битума после кипячения полностью смещается с минеральных зерен и всплывает на поверхность воды.

По разным показателям главных свойств, особенно вязкости, пластичности и температуры размягчения, согласно ГОСТ битумы делят на марки:

- для дорожного строительства – пять марок от БНД (битум нефтяной дорожный)-200/300 до БНД-40/60. Численные показатели отражают допустимые для конкретной марки пределы изменения коэффициентов пенетрации при 25°C, и четыре марки БН от 200/300 до БН-60/90;

- для строительных работ – три марки, которые обозначаются «БН» – битум нефтяной: БН-50/50, БН-70/30 и БН-90/10. Цифры числителя дроби отражают температуру размягчения по «К и Ш» (кольцо и шар), а знаменатель – это средние значение показателей изменения пенетрации при 25°C;

- для кровельных работ такие марки: БНК (битум нефтяной кровельный)-45/180, БНК-90/40 и 90/30, а также БНК-45/190. Показатель числителя дроби отражает среднее значение показателей температуры размягчения по «К и Ш», а знаменатель – среднее значение показателей пенетрации на 25С.

Нефтяные битумы имеют плотное строение (плотность в зависимости от состава 0,8 – 1,3 г/см³), пористость их практически равна нулю, поэтому они водонепроницаемые, стойки против действия кислот, щелочей, агрессивных жидкостей и газов, морозостойки. Они способны прочно сцепляться с каменными материалами, деревом, металлами, но растворяются в органических растворителях (хлороформе, бензине и др.). В эксплуатационных условиях под действием солнечного света и кислорода воздуха происходит старение битумов, сопровождающееся повышением твердости и хрупкости.

Дегти – органические вязкие вещества вязкой или жидкой консистенции с характерным «дегтярным» запахом, получаемые как побочный продукт при сухой (без доступа воздуха) перегонке твердых видов топлива (угля, горючих сланцев, торфа, древесины и т.п.).

Дегти, как и битумы, – сложная дисперсная система, состоящая из большого числа (несколько тысяч) различных углеводородов (жидких и твердых) и их неметаллических производных. Но в отличие от битума, где преобладают парафиновые углеводороды, в дегте много ароматических углеводородов и их производных (бензола, толуола, нафталина, фенола и др.). Именно они придают дегтю антисептические свойства.

Основным механическим свойством дегтей является вязкость, которая быстро снижается даже при незначительных повышениях температуры. Условная вязкость дегтей характеризуется временем истечения в секундах 50мл дегтя через отверстие диаметром 5 или 10мм при температуре 30 или 50⁰С. Вязкость дегтя определяется на стандартных вискозиметрах. В зависимости от вязкости дегти подразделяются на марки: Д-1, Д-2, Д-3, Д-4, Д-5, Д-6. Для

получения дегтя требуемой вязкости нередко сплавляют два вида дегтя разной вязкости.

Биостойкость дегтей – высокая, цвет – черный, имеют специфический запах каменноугольной смолы, токсичны. Температура вспышки дегтей 150-190⁰С., температура воспламенения 180-270⁰С. Истинная плотность каменноугольных коксовых дегтей 1,1-1,3 г/см³.

Низкая погодоустойчивость и старение дегтей происходит в связи с испарением летучих веществ; этому способствует также наличие в дегтях ненасыщенных высокомолекулярных углеводородов, которые окисляются и полимеризуются, и активных веществ. Улучшают качество дегтей введением минеральных дисперсных наполнителей до 30% (молотого известняка и доломита, каменноугольной и цементной пыли). Такие дегти называются наполненными, выпускают двух марок: ДН-7 и ДН.

Пек – (от голл. рек - смола) - аморфный хрупкий при обычных температурах остаток от перегонки сырого дегтя при температуре более 360 °С. Это твердое вещество черного цвета. Пек состоит из смолистых веществ, "свободного углерода", антрацена, масел и других слаболетучих соединений. Каменноугольные пеки выпускают двух видов: 1) среднетемпературный марок А и Б и 2) высокотемпературный. Истинная плотность пеков 1,1-1,26 г/см³, температура вспышки в открытом тигле 170-190⁰С.

Пеки не растворимы в воде, но хорошо растворяются в скипидаре, сероуглероде и хлороформе, имеют достаточную стойкость к растворам солей и кислот, более гнилостойкий, чем битумы. Пеки применяют для получения составного дегтя, сплавлением его с маслами и пекового лака, растворением его в ароматических растворителях.

Общий недостаток битумов и дегтей – узкий интервал температур, при которых материалы на их основе обладают прочностью и эластичностью. При понижении температуры до 0...–10⁰С они становятся хрупкими, а при повышении до 40-60⁰С начинают течь. Для расширения интервала эксплуатационных температур битумы и дегти модифицируют, добавляя термопластичные полимеры и каучуки.

1.2 Асфальтовые растворы и бетоны, дегтебетоны

Асфальтовым раствором называют уплотненную смесь битума, минерального порошка и песка, а дегтевым раствором – уплотненную смесь дегтя (или дегтя и пека) с тонкодисперсными наполнителями и песком. Асфальтовыми и дегтевыми бетонами называют уплотненные смеси минеральных составляющих (щебня, гравия, песка и минерального порошка) с битумами или дегтями и песками.

Асфальтовые растворы широко применяют в строительстве для гидроизоляции в виде слоев штукатурки на изолируемых поверхностях и для устройства асфальтовых полов. После затвердевания асфальтовый раствор должен иметь достаточную прочность, плотность, водонепроницаемость и теплостойкость, не должен размягчаться, под действием солнечных лучей

или повышенных (до известного предела) температур. При введении в асфальтовый раствор битумов с низкой температурой размягчения или в чрезмерно большом количестве теплостойкость раствора понижается.

Для асфальтовых растворов применяются чистые природные и искусственные пески с наибольшей крупностью зерен 5 мм и содержанием пылевато-глинистых частиц не более 3% по массе, по возможности правильной сферической формы, что гарантирует меньший объем пустот и большую плотность песка. Как правило, асфальтовые растворы изготавливаются на специализированных заводах, но при небольших объемах работ можно их изготавливать непосредственно на стройках.

Асфальтовые бетоны подразделяются по назначению на гидротехнические, дорожные и аэродромные, для устройства полов в промышленных цехах и складских помещениях, плоской кровли, стяжек.

Специальные виды плотного бетона, изготовленные на химически стойких заполнителях применяются для создания кислотно- и щелочестойких покрытий. Имеются декоративные асфальтовые бетоны (цветные и офактуренные), из которых выполняются разделительные полосы на дорогах, переходы, полы вестибюлей гражданских зданий.

Пористость асфальтового бетона обычно колеблется от 5 до 7 %. Плотные бетоны (с пористостью не более 5 %) практически водонепроницаемы. Пористость ухудшает долговечность асфальтового бетона в связи с возрастанием водопоглощения, снижением морозостойкости и увеличением химической коррозии. Наиболее агрессивными слоями по отношению к битуму, которые могут содержаться в воде, являются сульфаты натрия и магния.

Биохимическая стойкость характеризует сопротивление "органическому выветриванию" под влиянием бактерий, вызывающих разложение сложных органических веществ, составляющих битум. Для повышения биостойкости в состав битумного вяжущего вводят антисептики.

Асфальтовый бетон можно представить как смесь асфальтового раствора и крупного заполнителя – щебня. Количество асфальтового раствора берут с расчетом заполнения пустот в щебне и небольшого избытка (10-15 %) для получения плотного бетона.

В отличие от цементного бетона на показатели асфальтового бетона сильно влияет температура. Например, если предел прочности при сжатии асфальтобетона при 20⁰С в пределах 2,2 – 2,4МПа, то при 50⁰С только 0,8 – 1,2 МПа. Однако асфальтовые бетоны и растворы лучше, чем цементные, противостоят коррозии.

В зависимости от температуры укладки асфальтобетонной массы различают асфальтобетоны горячие, теплые и холодные. Соответственно используют битумные материалы более вязкие при горячем асфальтобетоне, более мягкие с повышенной вязкостью – при теплом, и жидкие, высокоподвижные битумы или битумные эмульсии – при холодном асфальтобетоне. Горячие и теплые асфальтобетоны подразделяются на плотные с остаточной пористостью от 2 до 7% и пористые – для нижних слоев покрытий и основания – с пористостью 7–12% и высокопористые с пористостью 12–18%.

Важными техническими характеристиками являются износостойкость и водостойкость. Износостойкость определяют по потере массы образцов, испытываемых на кругах истирания или в барабанах (с определением износа). Горячий асфальтобетон в дорожных покрытиях изнашивается в пределах 0,2–1,5 мм в год. Водостойкость характеризуют величиной набухания и коэффициентом водостойкости, равным отношению пределов прочности при сжатии образцов в водонасыщенном и сухом состояниях при температуре 20 °С. Он должен быть в пределах 0,6–0,9, а величина набухания в воде – не более 0,5 % (по объему).

Теплый асфальтобетон используют при строительстве дорожных покрытий капитального типа и для устройства нижних слоев в покрытиях. Для его приготовления используют вязкие нефтебитумы марок БНД 200/300 и БНД 1300/200 или жидкие битумы; известняковый порошок более тонкого помола, чем в горячих смесях; щебень и искусственный песок, получаемые дроблением основных пород, – габбровых или диабазовых; прочные шлаки. Температура готовой теплой массы при ее выходе из смесителя должна быть 90–130°С в зависимости от исходной вязкости битума.

Холодный асфальтобетон содержит жидкий или разжиженный вязкий битум, что позволяет укладывать массу холодного асфальта при температуре окружающего воздуха. Могут использоваться также битумные эмульсии.

Приготовление холодного асфальта осуществляется в горячем и холодном состояниях. В горячем состоянии применяют жидкий или разжиженный битум, в холодном – битумную эмульсию. Более распространен в строительстве холодный асфальт на основе жидкого или разжиженного битума.

Холодный асфальт может длительное время оставаться в рыхлом состоянии в складских условиях (до 8–10 месяцев). Поэтому холодную массу обычно готовят в зимнее время года с тем, чтобы ее раскладку в покрытие произвести с наступлением весны. Зимняя заготовка позволяет работать асфальтобетонные заводы практически в течение полного года, тогда как при производстве только одной горячей массы оборудование завода в зимний период простаивает или работает с низкой производительностью.

Литой асфальтовый бетон (литой асфальт) выделяется из других горячих аналогов тем, что все межзерновые поры в нем заполнены асфальтовым вяжущим веществом. После укладки массы и ее уплотнения в монолите практически отсутствуют остаточные поры и пустоты, поэтому покрытия из него водонепроницаемые.

Преимущество литого асфальта состоит в том, что работы по его укладке можно производить при сравнительно низких температурах (до –10°С) воздуха. Не требуется продолжительного уплотнения катками или трамбования при ямочном ремонте. Достаточно прикатать его легкими (0,5–1,5 т) катками или уплотнить вибробрусом асфальтоукладчика. Преимуществом покрытий из литого асфальта является также их относительно высокая долговечность, износостойкость и шероховатость. Шероховатость придается покрытию либо распределением по поверхности сухого песка высевок или первых фракций мелкого щебня (5–8 мм), лучше предварительно очерченных

битумом (1-1,2%), и последующей их прикаткой, либо устройством тонкослойного покрытия толщиной 0,8-1,5 см из специально подготовленной смеси.

Цветной асфальтовый бетон состоит из мелкого щебня (5–7 мм), песка, минерального порошка, связующего, пластификатора и пигмента. В качестве вяжущего вещества в нем выступает структурный элемент, слагаемый из связующего и минерального порошка с добавлениями пластификатора и пигмента, поскольку все их частицы практически соизмеримы. В качестве щебня применяют измельченные отходы белого мрамора и известняка. Песок должен быть чистым и светлым, а минеральный порошок – из тонко измельченного белого мрамора. Из пигментов более цветостойкими являются железный сурик, крон желтый, оксид хрома.

Цветной асфальтобетон применяют для оформления площадей, скверов, пешеходных переходов и других объектов города.

Асфальтобетоны в гидротехническом строительстве. Гидротехнические асфальтовые бетоны используются для устройства экранов и в уплотняющих конструкциях швов сооружений в качестве гидроизоляционных слоев при строительстве каналов, шлюзов, ирригационных сооружений.

Асфальтобетонные экраны отличаются высокой надежностью. Как показали исследования, средний коэффициент фильтрации асфальтобетонных покрытий составляет 10^{-7} – 10^{-10} см/с, причем отдельные просачивания происходили через сменные швы и не уплотненные места.

Преимущества асфальтобетонных экранов – экономичность, так экран из пористого и плотного асфальтобетона общей толщиной 15–20 см вдвое экономичнее других экранов, также водонепроницаемый экран позволяет сократить и объем плотины благодаря уменьшению заложения откосов на каменно-набросной плотине до 1:1,3, на песчаной – до 1:2 и даже до 1:1,75.

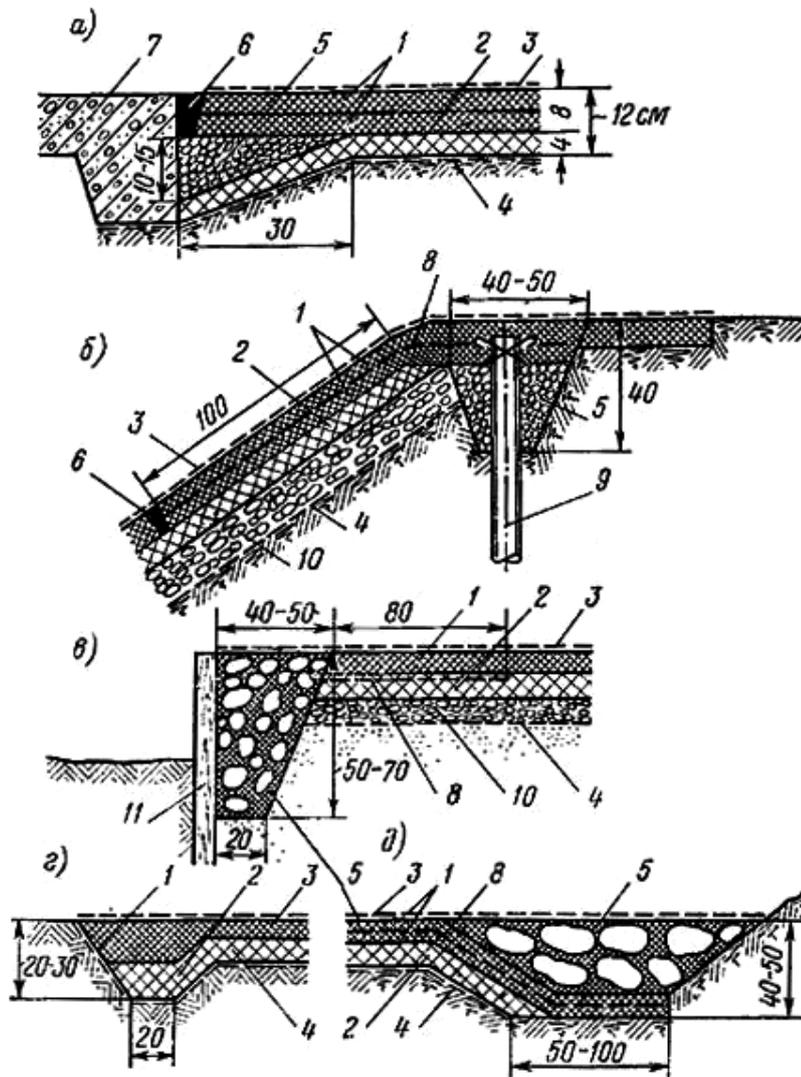
К недостаткам асфальтобетонных экранов нужно отнести:

- сложность их выполнения в суровых климатических районах, так как горячий асфальтобетон можно укладывать только при температуре выше +5 С и при отсутствии осадков;

- сложность обеспечения трещиноустойчивости экранов при температуре ниже –45 С, т.к. в асфальтополимербетон надо вводить значительные добавки эластомеров (свыше 10 %), что удорожает и затрудняет работы по его приготовлению и укладке.

В северных районах при толщине льда в водохранилище более 1 м асфальтобетонный экран должен иметь толщину свыше 40 см. Таким образом, асфальтобетонные экраны могут широко применяться в районах с умеренно континентальным климатом, тем более, что разработанные в последние годы асфальтоукладчики и виброуплотнители обеспечивают комплексную механизацию работ при уплотнении гидротехнического асфальтобетона.

На рисунке 1.4 представлены способы закрепления краев асфальтобетонного экрана, которые должны тщательно уплотняться и защищаться от подмыва; эти места рекомендуется армировать металлической сеткой или стеклосеткой и пригружать камнем с литым асфальтом.

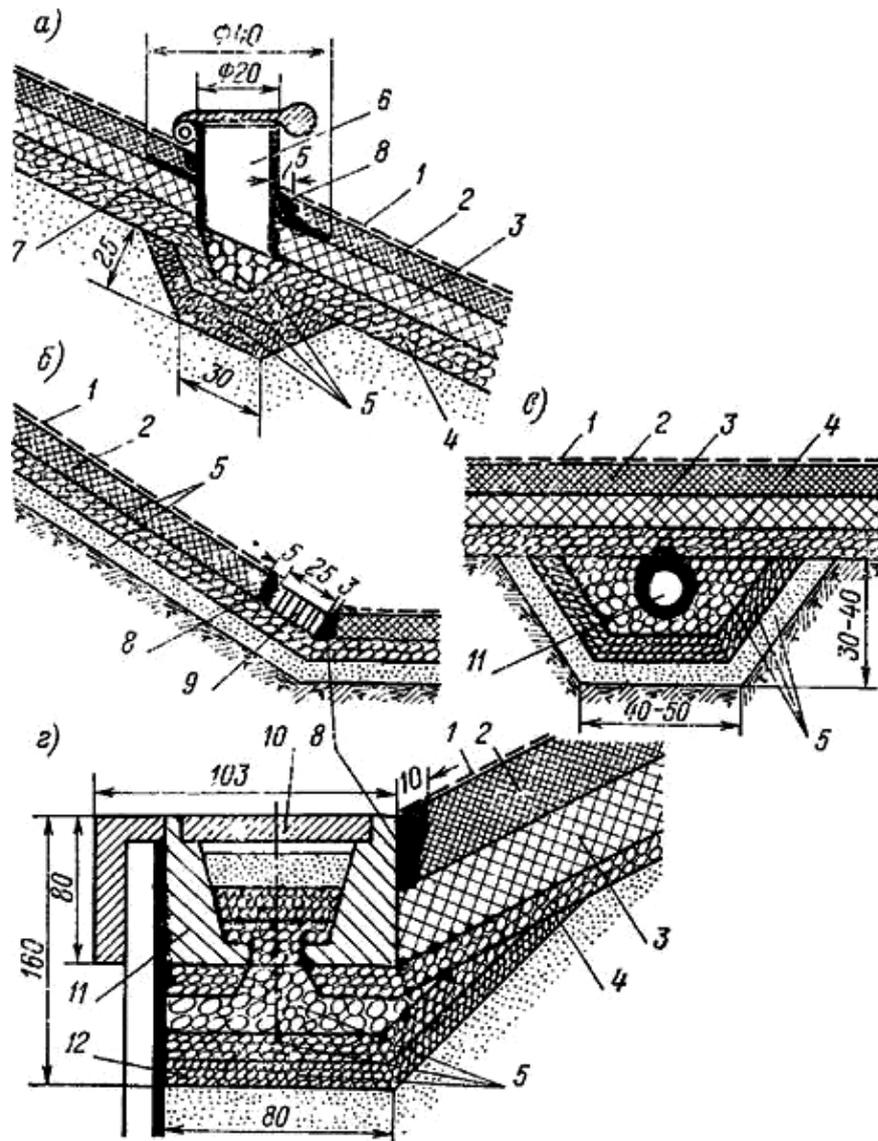


а – примыкание к бетонному креплению или понуру; *б* – окончание крепления на берме сооружения; *в* – окончание нижнего края крепления; *г* – окончание верхнего края экрана на незатопляемых отметках; *д* – то же, на затопляемых отметках

1 – плотный асфальтобетон; 2 – пористый асфальтобетон; 3 – поверхностная обработка ($1-2 \text{ кг/м}^2$); 4 – обработка грунта битумной эмульсией с гербицидами (1 кг/м^2); 5 – заполнение асфальтом; 6 – заливка полимербитумным герметикой; 7 – железобетонное крепление; 8 – армирующая металлическая сетка или стеклосетка; 9 – отрезок трубы; 10 – щебеночная подготовка (10–15 см); 11 – шпунтовой ряд досок

Рисунок 1.4 – Конструкции креплений краев асфальтовых экранов

Асфальтобетонный экран – это сравнительно тонкое и водонепроницаемое покрытие, вследствие чего его устойчивость на верховом откосе плотины может быть легко нарушена противодействием под экраном при резких сбросах горизонта воды в водохранилище или при высоких волнах. Это требует тщательного дренирования экрана, более того – на ряде зарубежных плотин предусматривался промежуточный, контрольный дренаж. Такое сложное покрытие не целесообразно, тем более что в дальнейшем от него стали отказываться, но дренажная подготовка и выпуски просочившейся воды должны устраиваться обязательно (рисунок 1.5).



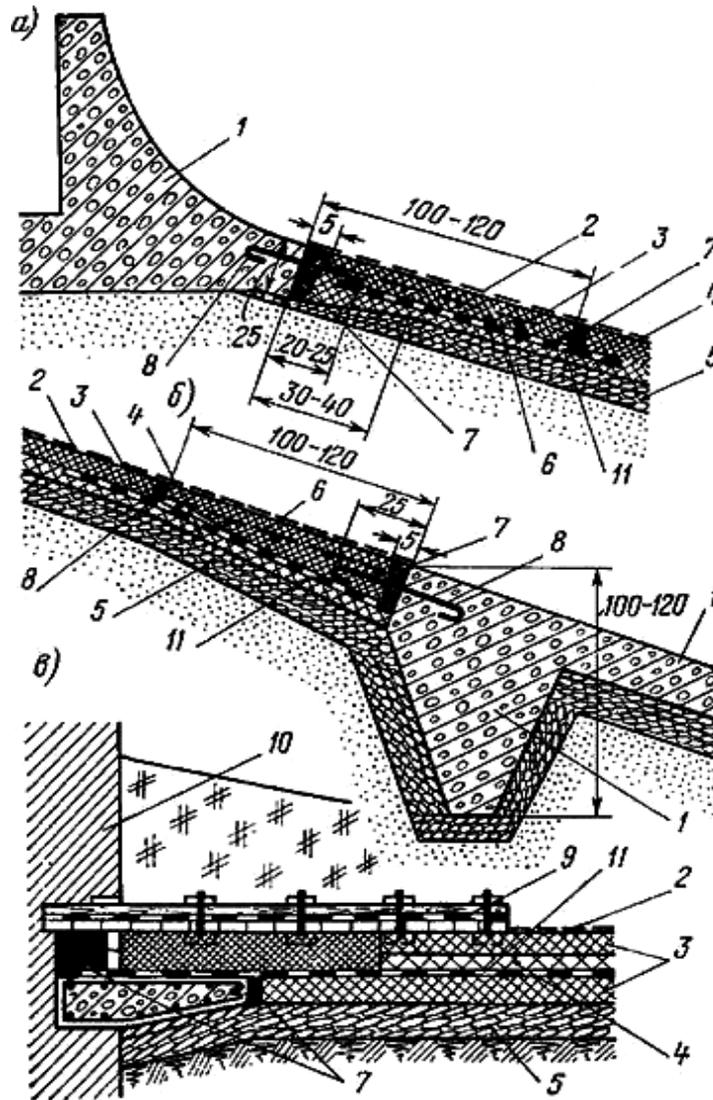
a – установка клапана; *б* – облегченный дренаж;
в – дренажная труба; *г* – дренажный канал

- 1 – поверхностная обработка покрытия; 2 – плотный асфальтобетон (8–10 см);
 3 – пористый асфальтобетон (6–10 см); 4 – дренажная щебеночная подготовка;
 5 – слой обратного фильтра; 6 – дренажная труба с обратным клапаном; 7 – уплотняющая стальная диафрагма; 8 – заливка полимербитумным герметикой; 9 – ряд дырчатого кирпича; 10 – железобетонная крышка; 11 – дренажная труба или водовыпуск; 12 – ограждение металлическим шпунтом

Рисунок 1.5 – Дренажные устройства при асфальтобетонных экранах

Важным условием эффективной работы элемента сопряжения является правильное выполнение примыкания асфальтобетонного гибкого экрана к жестким железобетонным сооружениям.

Примеры конструкции примыканий, усиленных путем армирования покрытия и устройством герметизирующих шпонок, успешно работающих уже много лет в местах сопряжения асфальтобетонных понуров с телом бетонной плотины, приведены на рисунке 1.6.



a – с парапетом на гребне плотины; *б* – с бетонным зубом края экрана;

в – при боковом примыкании к массивному сооружению

- 1 – железобетонный парапет; 2 – поверхностная обработка; 3 – асфальтобетонное покрытие; 4 – дренажный слой из черного щебня; 5 – дренажная подготовка из щебня; 6 – армирующая сетка или стеклоткань; 7 – заливка полимербитумным герметикой; 8 – арматурные стержни усиления стыка; 9 – защитное покрытие; 10 – массивный бетон сооружения; 11 – усиление рулонным материалом

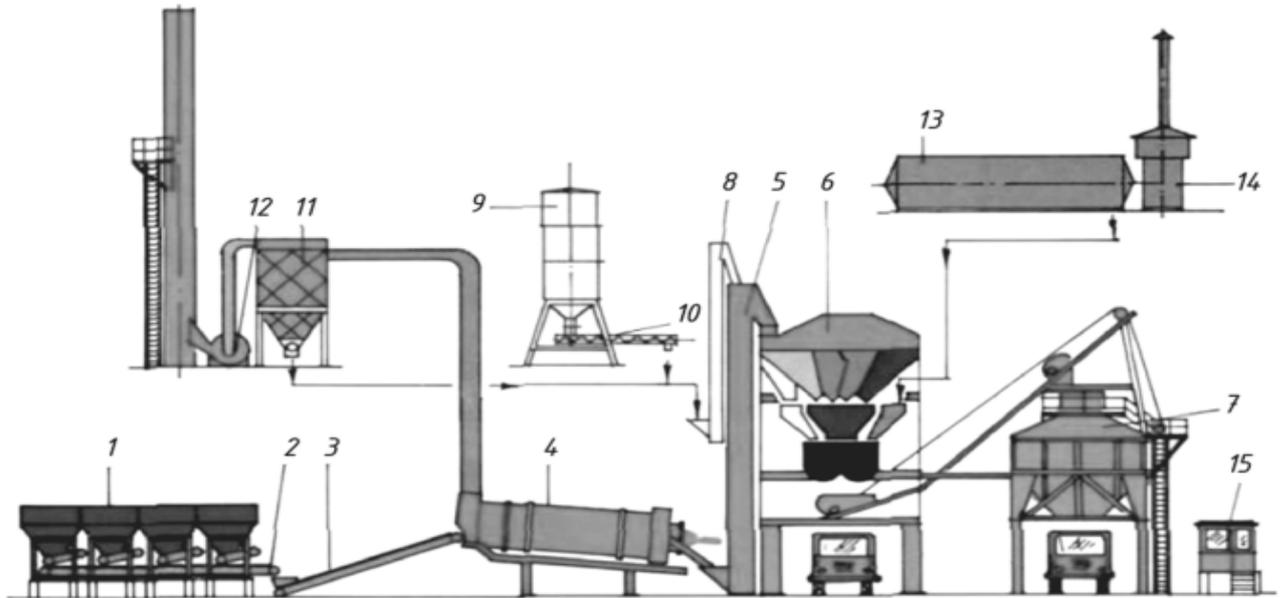
Рисунок 1.6 – Сопряжения асфальтобетонного экрана с железобетонными элементами гидротехнических сооружений

Дегтебетон – материал, аналогичный асфальтобетону. В качестве вяжущего для его приготовления используют смесь каменноугольного дегтя (или пека) с тонкомолотым минеральным порошком. Однако дегтевые бетоны, по сравнению с асфальтными, обладают меньшими водо- и износостойкостью, теплоустойчивостью и долговечностью, поэтому их применяют в строительстве для устройства покрытий на дорогах второстепенного значения и для ремонта.

В процессе приготовления дегтебетонной смеси придерживаются строго температурного режима: деготь марки Д-5 нагревают до 80-100°С и выше, дегти марок Д-6, Д-7 и Д-8 - до 100-130 °С. Вследствие повышенной температурной чувствительности смеси при выпуске ее из смесителя следует поддерживать температуру на уровне 100-120 °С.

Изготовление асфальтобетона. Заводы по производству асфальтобетона бывают двух типов: циклические, непрерывные. Различаются они процессами перемешивания, дозировкой компонентов, количеством вырабатываемого материала, методами его хранения, а также передвижными способностями.

Циклический механизм имеет добавочное техническое оснащение в виде башни и грохота, посредством которого производится сортировка сырья. Далее материал делится на определенные доли, каждая из которых по отдельности отправляется сушиться внутрь барабана. Подобная производственная методика разрешает запросто модифицировать заданный рецепт композита (рисунок 1.7).



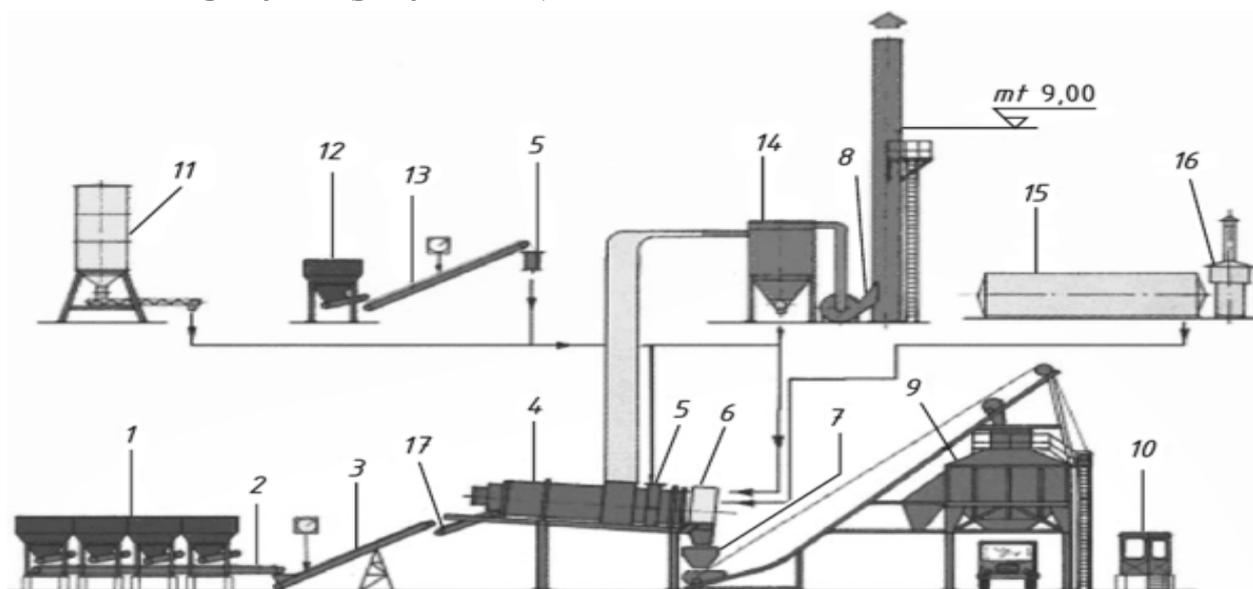
1 – бункеры-дозаторы; 2 – сборный конвейер; 3 – конвейер сушильного барабана; 4 – сушильный барабан; 5 – «горячий элеватор»; 6 – смесительный агрегат; 7 – бункер готовой смеси; 8 – элеватор минерального порошка и пыли; 9 – силос минерального порошка; 10 – шнек; 11 – пылеуловитель и силос пыли; 12 – вентилятор; 13 – обогреваемые битумные цистерны; 14 – нагреватель масла; 15 – кабина управления

Рисунок 1.7 – Схема асфальтобетонной установки циклического действия

Недостатком такого производственного процесса является стационарность и неподвижность установки, а также малые объемы выходящего продукта. Кроме того, процесс грохотания приводит к проявлению некоторого простаивания сильно разогретых бункеров – или же они пустуют, или отсутствует один из ингредиентов, что ухудшает качество композита. Обычно

данный тип производства асфальтобетонной смеси применяется в больших городах.

Непрерывный завод по приготовлению асфальтобетонного композита славится своей простотой, не нуждается в наличии вышек, устройство легко транспортируется и устанавливается. Однако у данной схемы есть недостатки, в частности отсутствие грохота. Ведь большая часть используемой щебенки нуждается во фракционировании, а без грохота это неосуществимо, из-за чего изменяется рецепт, ухудшаются качественные характеристики получившегося продукта (рисунок 1.8).



- 1 – бункер-дозатор; 2 – сборный конвейер; 3 – конвейер с контролем влажности;
 4 – сушильно-смесительный барабан; 5 – дозатор и подача старого асфальтобетона;
 6 – смесительная зона; 7 – бункер ожидания скипа; 8 – пылесос-вентилятор; 9 – накопительный бункер; 10 – кабина управления; 11 – силос минерального порошка; 12 – бункер старого асфальтобетона; 13 – конвейер с контролем влажности; 14 – пылеуловитель и силос пыли; 15 – битумная цистерна; 16 – нагреватель масла; 17 – конвейер сушильного барабана

Рисунок 1.8 – Схема асфальтобетонной установки непрерывного действия

Этот недостаток устраняется путем доукомплектования оборудования автономным сортировальным устройством, при этом рентабельность производственного процесса сохраняется. Главным положительным моментом здесь является то, что производство осуществляется непрерывно, без остановок, что дает в итоге гораздо больше продукции, а соответственно, и дохода.

1.3 Эмульсии и мастики

Битумные и дегтевые эмульсии представляют собой дисперсные системы, в которых вода является средой и в ней битум или деготь диспергированы в виде частиц размером около 1 мкм. Устойчивость эмульсии обеспечи-

вается путем введения в нее эмульгаторов – поверхностно-активных веществ, уменьшающих поверхностное натяжение на поверхности раздела битум (деготь) – вода. Это предохраняет эмульсии от свертывания (коагуляции). Обычно в эмульсиях содержится около 50% воды, 45% битума или дегтя и 0,01-5% эмульгатора. Эмульгаторами служат мыла (нафтеновых, сульфонафтеновых, смоляных органических кислот), сульфитно-дрожжевая бражка. К твердым эмульгаторам относятся тонкие порошки глин, извести, цемента, каменного угля, сажи. Твердые эмульгаторы, как и водорастворимые, адсорбируются на поверхности частиц (глобул) битума или дегтя, образуя защитный слой, препятствующий слипанию частиц, диспергированных в воде. Основное преимущество эмульсии – возможность использования их в холодном виде.

Эмульсии готовят в специальных машинах диспергаторах, гомогенизаторах, установок с использованием ультразвуковых колебаний. Приготовление эмульсии включает: разогрев битума (дегтя) до 50-120⁰С, приготовление эмульгатора, диспергирование вяжущего в воде с добавлением водного раствора эмульгата.

Разновидностью битумных эмульсий являются битумные *пасты* – это высококонцентрированные эмульсии. Приготавливают их из битума, воды и эмульгатора, в качестве которого используют неорганические тонкодисперсные минеральные порошки, содержащие активные коллоидные частицы размером менее 0,005 мм – известковые, глиняные, трепельные. Наибольшее применение битумные пасты получили в гидроизоляционных работах, для обмазки изделий из древесины. При длительном контакте с водой может происходить реэмульгирование битума; деготь практически не реэмульсирует. Пасту можно использовать и для приготовления мастики.

Мастики – пластичные материалы, получаемые смешением нефтяного битума или дегтя (отогнанного и составленного) с минеральным наполнителем. В качестве минеральных наполнителей применяют волокнистые и пылевидные: хризотиласбест, молотый известняк, тальк, трепел, золу-унос и др. Они способствуют повышению теплостойкости мастик, снижают хрупкость при пониженных температурах и повышают их прочность. Мастики могут быть и без наполнителя в виде вяжущего вещества, раствора или сплава.

По способу применения все мастики делятся на горячие и холодные. Горячие мастики применяют с предварительным разогревом: битумные до температуры 160-180⁰С (в зимнее время года до 200⁰С), дегтевые до 130-150⁰С; холодные – без подогрева при температуре на месте работ не менее 5⁰С, при более низких температурах их подогревают до 60-70⁰С.

Горячие мастики по роду применения разделяют на приклеивающие, кровельно-гидроизоляционные и гидроизоляционно-асфальтовые. Приклеивающие мастики предназначены для склеивания рулонных материалов при устройстве многослойных кровельных и гидроизоляционных покрытий, кровельные и гидроизоляционные применяют в качестве приклеивающих, а также для устройства кровель и гидроизоляции без применения рулонных материалов. Мастики образуют на поверхности конструкций гидроизоляционный

слой, а также заполняют трещины, щели, мелкие отверстия в сооружениях; они служат для заделки скважин и устройства противодиффузионных завес, обмазочной пароизоляции и изоляции фундаментов.

Из горячих мастик широко распространены кровельные битумные мастики, применяемые для гидроизоляции в конструкциях, не подверженных прямым атмосферным воздействиям. Эти мастики используют для приклеивания к основанию кровельного ковра из битумных рулонных материалов, склеивания из них кровельного ковра, устройства покровного слоя кровель из беспокровных битумных рулонных материалов и устройства мастичных кровель, армированных волокнистыми стекломатериалами.

В соответствии с температурой теплоустойчивости мастику вырабатывают пяти марок. Марку приклеивающей мастики устанавливают по показателю теплостойкости. Теплостойкость мастики характеризуется предельной температурой, при которой слой мастики толщиной 2 мм, склеивающий два образца пергамина, не вытекает из шва при выдерживании образца в течение 5 часов на уклоне кровли в 45°. Выбор марки производят в зависимости от максимальной температуры и уклона кровли.

Дегтевая кровельная горячая мастика предназначена для приклеивания к основанию кровельного ковра из дегтевых рулонных материалов (только кровельный), склеивания из дегтевых материалов кровельного ковра и устройства покровного слоя кровель из беспокровных дегтевых рулонных материалов. Она представляет собой многокомпонентную однородную массу, состоящую из дегтевого вяжущего (сплав каменноугольных пеков с антраценовым маслом) и наполнителей, а также органические наполнители – древесную муку, опилки и торфяную крошку.

Оба вида кровельных горячих мастик (битумная и дегтевая) должны быть однородными, без посторонних включений, твердыми при температуре $18 \pm 2^\circ\text{C}$ и не содержать частиц наполнителя, не покрытых связующим. Мастики должны обладать хорошими клеящими качествами и прочно склеивать рулонные кровельные материалы. При расщеплении двух склеенных мастикой образцов пергамина (для битумных мастик) или беспокровного толя (для дегтевых мастик) расслоение должно происходить по основанию (картону) материала не менее чем на половине склеенной поверхности. При нагревании до 100°C мастики не должны вспениваться и изменять однородность состава. Битумная мастика при нагревании до $160\text{--}180^\circ\text{C}$, а дегтевая – до 130°C легко растекаются по ровной поверхности слоем толщиной до 2 мм.

Асфальтовая гидроизоляционная горячая мастика предназначена для гидроизоляционных работ путем устройства литой и штукатурной гидроизоляции, а также для изготовления асфальтовых материалов и изделий. Эта мастика состоит из битума и минерального наполнителя. Мастику вырабатывают со значительным количеством минерального наполнителя – порошкообразного 65-70 % и волокнистого 15-25 %.

Гудрокамовую горячую мастику получают из гудрокама (нефтяного гудрона), нефтяного битума и наполнителей. Гибкость этой мастики характеризуется следующим показателем: не должно появляться трещин при изги-

бании слоя мастики толщиной 1 мм, нанесенного на полосу беспокровного рулонного материала на стержне диаметром 30 мм при температуре -10°C . Мастику используют как приклеивающую.

Битумно-резиновая изоляционная мастика представляет собой однородную многокомпонентную смесь сплава кровельных битумов, мелкой резиновой крошки, пластификатора и антисептика. Мастику выпускают следующих марок: МБР-65, МБР-75; МБР-90 и МБР-100. По сравнению с горячей битумной кровельной мастикой она обладает повышенной эластичностью, гибкостью и морозостойкостью. Применяют для изоляции подземных стальных трубопроводов. Эту мастику используют как в горячем, так и в холодном состоянии – с растворителем.

Холодные мастики изготавливают на разбавленном вяжущем и битумных пастах (асфальтовые мастики). В качестве разбавителя применяются жидкие органические вещества, которые разделяются на летучие и нелетучие. Летучие разбавители делятся на три группы: легкие, средние и тяжелые. К первым относятся три вида бензина – авиационный, автомобильный и экстракционный, ко вторым – бензин-растворитель, лигроин тракторный и уайт-спирит, к третьим – керосины (тракторный и осветительный) и зеленое масло. Нелетучими растворителями являются нефтяные масла – машинное, трансформаторное, смазочное, солярное, масляный гудрон и др. Разбавителем для холодных асфальтовых мастик на пастах служит вода.

К холодным мастикам, изготавливаемым на разбавленном вяжущем, относятся битумные и гудрокамовые. Применяют их для приклейки рулонных материалов и устройств защитного покрытия, а также для гидроизоляции и пароизоляции. Допускается их применение в качестве кровельного покрытия в южных районах страны. Холодную битумную мастику выпускают трех марок: МБС-Х-70, МБС-Х-100, МБС-Х-85. В ее состав входят компаунд битумов БНК 45/180. и БНК 90/30, растворитель (лигроин, уайт-спирит, зеленое масло и др.) и наполнитель (асбест 7-го сорта или пылевидный).

Все виды холодных мастик при температуре $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ должны быть подвижными и однородными без видимых включений. Холодные мастики удобны в работе, особенно в холодное время года. Они твердеют вследствие проникновения растворителей в толщину кровельного или пропиточного слоя рулонного материала и испарения легких фракций растворителя. Применение холодных мастик сокращает расход битума на $1,5\text{--}1,7$ кг на 1 м^2 поверхности материала по сравнению с горячими мастиками. Применение холодных мастик снижает стоимость работ по устройству кровель и гидроизоляции. Кроме того, отпадает необходимость очистки рулонных материалов от мелкой минеральной насыпки, так как последняя полностью поглощается мастикой и, превращаясь в наполнитель, повышает вязкость приклеивающего слоя.

На объекты, расположенные вблизи мест массового изготовления мастики, горячую мастику, разогретую до 180°C (битумная) или до $130^{\circ}\text{C}\text{--}150^{\circ}\text{C}$ (дегтевая), транспортируют в автомашинах, оборудованных мешалками. Горячие мастики мелкими партиями или на далеко расположенные строительные объекты доставляют в холодном состоянии в бумажных мешках.

1.4. Заполняющие компоненты на основе органических вяжущих веществ

При производстве асфальтового бетона используются крупно- и мелкозернистые заполнители – щебень или гравий и песок.

Щебень изготавливают из прочных морозостойких не подверженных выветриванию горных пород магматического, осадочного или метаморфического происхождения, а также некоторых разновидностей атмосферных и прочных шлаков. Чаще других пород используют граниты, габбро, диабаз, базальт, гнейс, известняки и доломиты, а из шлаков – доменные и шлаки цветной металлургии, не имеющих экологических ограничений по качеству и составу.

Не применяются горные породы затронутые выветриванием, со значительным содержанием глинистых примесей – мергели и мергелистые известняки, глинистые песчаники и глинистые сланцы. В щебне не допускается глинистых и пылеватых фракций свыше 2% по массе, тем более комков глины, суглинка и других загрязняющих веществ.

Ограничивается применение метаморфических пород, так как кварцит нуждается в добавлении извести, цемента или других добавок, без которых он показывает слабое сцепление с битумом, а гнейсы и сланцы дают при дроблении в щебень повышенное количество плоской щебенки (лещадки). Мрамор как дорогостоящий сырьевой материал, используется в декоративном строительстве.

Горные породы магматического и метаморфического происхождения принимаются с пределом прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии не менее 100 МПа, а осадочные породы и доменные шлаки – не менее 80 МПа. Для нижнего слоя дорожных покрытий требования к прочности камня снижаются на 20–25%.

Важным, для щебня является его однородность по прочности и содержанию пластинчатых (лещадки) и игольчатых (пальцы) щебенки с отношением взаимно перпендикулярных измерений больше 2 не более 15% по массе для верхнего и 25% – для нижнего слоев асфальтового бетона в покрытии.

Независимо от происхождения горной породы щебень из нее должен выдерживать не менее 50 циклов на морозостойкость для верхнего и 25 – для нижнего слоев покрытия, причем потеря в массе допускается соответственно не более 5 и 10%.

Щебень должен быть по возможности кубической формы, что зависит не только от структуры и сложения пород, но и от режима дробления камня. Рекомендуются двух- или трехступенчатое дробление с завершающим пропуском материала через щековую дробилку с шириной щели, равной максимальному размеру щебня. Крупность щебня обычно находится в пределах от 3–5 до 40 мм; для верхнего слоя покрытия она ограничивается более узким интервалом фракций.

Гравий, как правило, неоднороден по минералогическому составу и вследствие гладкой поверхности или утраты своей свежести дает слабое сце-

пление с асфальтовым вяжущим веществом. Поэтому перед применением его в составе асфальтобетона принято дробить не менее 50%, при этом кремнистых частиц в щебне, должно содержаться не более 25%, а зерен слабых пород – не более 10% по массе.

В целях обеспечения однородного гранулометрического состава щебень или дробленый гравий при хранении сортируется по фракциям: 20–40; 10–20; 5(3)–10 мм.

Допускается понижать предел прочности камня для заполнителя в асфальтобетоне, что связано не с кажущимся упрочнением камня под влиянием органического вяжущего вещества, а со снижением внутреннего напряжения (релаксацией) в пленках битума или прослойках асфальтового вяжущего вещества. На щебень передаются пониженные напряжения по сравнению с реально приложенными нагрузками. По этой причине при низкой прочности камня всегда предпочтительнее асфальтовые бетоны порфировой оптимальной структуры, когда асфальтовяжущее вещество особенно рельефно выступает как матричная часть в виде каркаса.

Песок применяют природный и искусственного дробления; из природных песков – горные, речные, морские, озерные и др. Всегда желательно использовать пески с остроугольными частицами, поэтому чаще – горные, предварительно разделенные по фракциям, а затем получаемые смешением отдельных фракций в определенных соотношениях (по массе), найденных опытным путем.

Пески разделяют на две фракции: крупную и мелкую. За граничную фракцию при разделении песка принимается либо 1,25 мм, либо 0,63 мм в зависимости от крупности. Модуль крупности песка должен быть по возможности выше 2,5; содержание зерен крупнее 0,63 мм – не менее 50%. Однако могут использоваться пески и средней крупности с модулем крупности 2,5–2,0 с содержанием зерен крупнее 0,63 мм до 35–50% по массе.

Дробленый песок получают, по возможности, из некарбонатных горных пород, или кристаллических металлургических шлаков, имеющих прочность не ниже прочности щебня, применяемого в асфальтовом бетоне. В дробленом песке должно быть не менее 25% по массе фракции 0,63–2 мм, что регулируется добавлением высевок от отходов камнедробления.

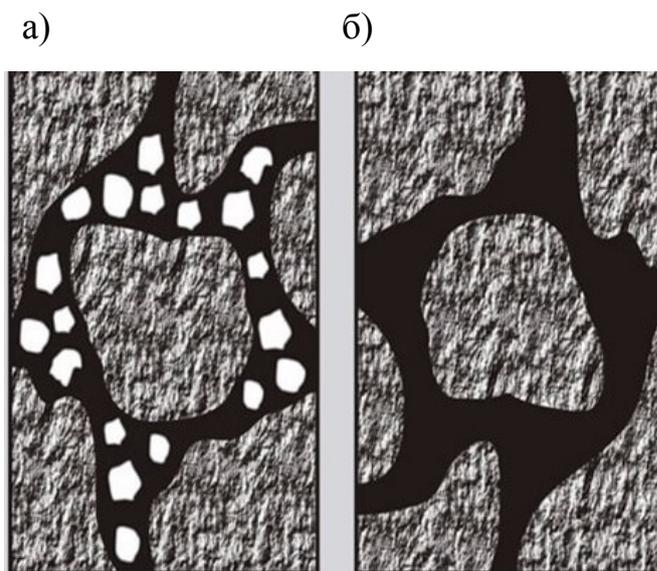
В процессе проектирования оптимального состава асфальтового бетона может быть обосновано применение некоторой доли мелких песков с модулем крупности, меньшим 2,0. Максимальный размер зерен песка 3 или 5 мм. Гранулометрический состав песков определяют просеиванием через сита с размером отверстий 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,30; 0,14 мм.

Сквозь сито № 014 должно проходить не более 15% принятой пробы. В песке не допускается комков глины, суглинков, а количество пылевидных, глинистых и илистых примесей допускается не более 3% от массы природного песка и не более 5% от массы дробленого песка. Эти требования стандарта проверяют методами отмучивания песка в воде.

Качество песков, особенно мелких, повышают предварительной физико-химической активацией. С этой целью производят механическое переме-

шивание песка с известью, вносимой в количестве 2,5—5% по массе. Такая операция неизбежно сопровождается освежением частиц песка без заметного их доизмельчения. Использование активированного песка особенно целесообразно при производстве мелкозернистого (песчаного) асфальтового бетона.

Минеральные наполнители в качестве асфальтирующих добавок. Минеральный порошок получают путем измельчения известняков и доломитов, известняковых или доломитовых асфальтовых пород и основных доменных шлаков (рисунок 1.9). Породы камня используются с прочностью на сжатие не менее 20 МПа.



а – с минеральным порошком; б – без минерального порошка

Рисунок 1.9 – Изменение в структуре асфальтобетона при добавлении минерального наполнителя

Одной из основных качественных характеристик порошка служит тонкость помола. Необходимо, чтобы частицы мельче 0,071 мм содержались в порошке не менее 70% по массе (при мокром расसेве). Через сито с отверстиями 1,25 мм порошок должен проходить полностью, а с отверстиями 0,315 мм – не менее 90% от массы.

Среди других требований к качеству минерального порошка, используемого в производстве асфальтового бетона, следует выделить пористость в уплотненном состоянии порошка под нагрузкой 30,0 МПа – не более 40% по объему. Она всегда возрастает с увеличением одноразмерности частиц. Коэффициент водостойкости образцов из смеси порошка с битумом – не менее 0,7–0,8. Показатель битумоемкости (ПБ) – не более 100 г.

В заводских условиях минеральные порошки должны находиться в условиях, предохраняющих их от увлажнения и слеживания, так как они используются в сухом, рыхлом (без комков) состоянии. В них ограничивается содержание глинистых частиц (до 1,5%), определяемое по количеству оксидов железа и алюминия. Недопустимы и другие загрязняющие примеси.

В качестве минеральных порошков допускается использовать другие породы, не содержащие глинистых примесей, а также основные доменные шлаки. Это могут быть перетертые до порошковой консистенции породы: известь, мел либо песчаник. Их функция – заполнить оставшееся свободное пространство. Самый стойкий из них песчаник – выдерживает любые химические реакции, благодаря чему довольно часто применяется около промышленных химзаводов.

Резина – измельчается до состояния миллиметровой крошки, и так домешивается к составу, что позволяет сделать готовый композит гибким, устойчивым к влаге. Асфальтобетонные настилы на резиновой основе намного меньше подвергаются растрескиванию, поэтому не нуждаются в частых ремонтных работах. Однако такое дорожное покрытие имеет высокую стоимость и используется для особо важных автодорожных отрезков с повышенными нагрузками, а также в районах с агрессивной средой.

Контрольные вопросы

- 1. Виды органических вяжущих веществ.*
- 2. В чем различие термопластичных и термореактивных вяжущих веществ.*
- 3. Что собой представляют битумы и дегти? Технология их получения. Различия между ними.*
- 4. Области применения в строительстве органических вяжущих веществ.*
- 5. Назвать основные свойства черных вяжущих.*
- 6. Вязкость – приборы для измерения структурной вязкости.*
- 7. Пластичность – приборы для определения растяжимости битума.*
- 8. Температура размягчения, температуру хрупкости, температура вспышки. Приборы для определения температуры размягчения.*
- 9. Асфальтовые растворы – состав и виды.*
- 10. Примеры применения асфальтобетонов в гидротехническом строительстве.*
- 11. Дегтебетон – состав, назначение, особенности изготовления.*
- 12. Битумные и дегтевые эмульсии и мастики.*
- 13. Заполнители асфальтобетона на основе органических вяжущих веществ – состав и требования.*
- 14. Перечислить минеральные наполнители асфальтобетона.*

Лекция 2. КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ. СТЕКЛО

План лекции.

- 2.1. Структура, состав и свойства керамических материалов.
- 2.2. Керамические материалы и изделия.
- 2.3. Стекланные материалы и изделия.

2.1. Структура, состав и свойства керамических материалов

Термин «керамика» происходит от слова «керамейя», которым в Древней Греции называли искусство изготовления изделий из глины. Керамические материалы – самые древние из всех искусственных каменных материалов. Черепки грубых горшечных изделий находят на месте поселений, относящихся к каменному веку. Возраст керамического кирпича, как строительного материала, составляет более 5000 лет.

В современном строительстве керамические материалы и изделия применяют почти во всех конструктивных элементах зданий. Богатство эстетических возможностей керамики обеспечили ей видное место в отделке фасадов зданий и внутренних помещений. Специальная керамика используется в химической и металлургической промышленности, электротехнике, радиоэлектронике и космической технике. Большое применение нашли керамические материалы и изделия в водохозяйственном и гидротехническом строительстве.

Большая популярность керамических материалов в различных сферах строительства требует глубоких знаний их классификации, основных свойств и рациональных областей использования.

Керамическими называются каменные материалы, получаемые из минерального сырья путем формования и обжига при высоких температурах (900-1300 °С).

Сырьевыми материалами для производства керамических изделий являются каолины и глины, применяемые в чистом виде, а чаще – в смеси с добавками (отошающими, порообразующими, плавнями, пластификаторами и др.). Под каолинами и глинами понимают природные водные алюмосиликаты с различными примесями, способные при замешивании с водой образовывать пластичное тесто, которое после обжига необратимо переходит в камнеподобное состояние.

Керамические строительные материалы в зависимости от их структуры разделяют на две основные группы: пористые и плотные. Пористые поглощают более 5 % воды (по массе), в среднем их водопоглощение составляет 8–20 % по массе или 14–36 % по объему. Пористую структуру имеют стеновые, кровельные и облицовочные материалы, а также стенки дренажных труб и др. Плотные поглощают менее 5 % воды, чаще всего 1–4 % по массе или 2–8 % по объему. Плотную структуру имеют плитки для пола, дорожный кирпич, стенки канализационных труб и др.

По назначению керамические материалы и изделия делят на следующие виды:

1. *Стеновые* (кирпич, камни керамические, стеновые блоки и панели из кирпича).
2. Для *перекрытий* (пустотелые камни, балки, панели перекрытия и покрытия из керамических камней).
3. Для *облицовки фасадов зданий* (кирпич и керамические лицевые камни, фасадные плитки, ковровая керамика и др.).
4. Для *внутренней облицовки* (глазурованные плитки и фасонные детали к ним, плитки для полов).
5. *Кровельные* (глиняная черепица, пазовая штампованная и ленточная, плоская и волнистая ленточная и др.).
6. *Трубы* канализационные и дренажные.
7. *Санитарно-технические* (раковины, унитазы, смывные бачки и др.).
8. *Кислотоупорные* (кирпич, плитки, трубы).
9. *Дорожные* (кирпич, камни).
10. *Теплоизоляционные* (пористо-пустотелые кирпичи и камни, перлитокерамика и др.).
11. *Заполнители для легких бетонов* (керамзит, аглопорит).
12. *Огнеупорные* (кирпич и фасонные изделия).

Приведенная классификация показывает широкое распространение керамических материалов и изделий в строительстве.

Основными свойствами керамических материалов являются:

– *пористость* керамического черепка (пористых изделий). Обычно составляет 10–40%, она возрастает при введении в керамическую массу поробразующих добавок. Стремясь снизить плотность и теплопроводность, прибегают к созданию пустот в кирпиче и керамических камнях;

– *водопоглощение* характеризует пористость керамического черепка. Пористые керамические изделия имеют водопоглощение 6–20 % по массе, т.е. 12–40 % по объему. Водопоглощение плотных изделий гораздо меньше: 1–5 % по массе (2–10 % по объему);

– *теплопроводность* абсолютно плотного керамического черепка большая – 1,16 Вт/(м·°С). Воздушные поры и пустоты, создаваемые в керамических изделиях, снижают плотность и значительно уменьшают теплопроводность, так, например, снижение плотности стеновых керамических изделий с 1800 до 700 кг/м³ понижает их теплопроводность с 0,8 до 0,21 Вт/(м·°С). Соответственно уменьшается толщина наружной стены и материалоемкость ограждающих конструкций;

– *прочность* зависит от фазового состава керамического черепка, пористости и наличия трещин. Марка стенового керамического изделия (кирпича и др.) по прочности обозначает предел прочности при сжатии, однако при установлении марки кирпича наряду с прочностью при сжатии учитывают показатель прочности при изгибе, поскольку кирпич в кладке подвергается изгибу. Изделия с пористым черепком выпускаются марок 75–300, а плотные изделия (дорожный кирпич и др.) – более высоких марок (400–1000);

– *морозостойкость*. Марка по морозостойкости обозначает число циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое выдерживает керамическое изделие в насыщенном водой состоянии без признаков видимых повреждений (расслоение, шелушение, растрескивание, выкрашивание). Керамические изделия имеют марки по морозостойкости: 15, 25, 35, 50, 75, 100 в зависимости от своей структуры.

Керамический материал морозостоек, если в нем объем резервных пор достаточен для компенсации прироста объема замерзающей воды в «опасных» порах. К резервным относят открытые поры (диаметром больше 200 мкм), в которых капиллярное давление недостаточно для удержания воды, а также закрытые поры. «Опасные» поры удерживают воду, замерзающую при слабых морозах (-10°C).

– *паропроницаемость* стеновых керамических изделий способствует вентиляции помещений. Малая паропроницаемость нередко служит причиной отпотевания внутренней поверхности стен помещений с повышенной влажностью воздуха. Паропроницаемость зависит от пористости и характера пор. Например, коэффициент паропроницаемости фасадных плиток полусухого прессования с водопоглощением 8,5; 6,5 и 0,25 % соответственно равен 0,155; 0,0525 и 0,029 г/(м·ч·Па). Неодинаковая паропроницаемость слоев, из которых состоит наружная стена, вызывает накопление влаги. Так, фасадная облицовка стен глазурованными плитками может привести к накоплению влаги в контактном слое стена-плитка; последующее замерзание влаги вызывает отслоение облицовки.

Несмотря на то, что керамические материалы и изделия отличаются большим разнообразием по назначению, форме и физико-механическим свойствам, производство их в основном примерно одинаково и состоит из следующих основных процессов: добычи глины в карьерах; подготовки массы; формования изделий из приготовленной массы; сушки сформованных изделий; обжига предварительно высушенных изделий.

В настоящее время керамические материалы и изделия вновь заняли достойное место в списке самых востребованных материалов, применяемых в различных сферах строительства, в т.ч. в водохозяйственном и гидромелиоративном.

Состав и основные свойства глин. Сырьевыми материалами для производства керамических изделий являются каолины и глины, применяемые в чистом виде, а чаще в смеси с добавками (отощающими, порообразующими, плавнями, пластификаторами и др.). Под каолинами и глинами понимают природные водные алюмосиликаты с различными примесями, способные при замешивании с водой образовывать пластичное тесто, которое после обжига необратимо переходит в камнеподобное состояние. В глинах могут быть примеси, снижающие температуру плавления: карбонат кальция, полевой шпат. Камневидные включения карбоната кальция являются причиной появления "дутиков" и трещин в керамических изделиях, получившегося при обжиге. Часто встречающаяся примесь оксида железа придает глине привычную красную окраску. Окраски глин весьма разнообразны: от белой, корич-

невой, зеленой, серой до черной. Окраска глин зависит от примесей как минерального, так и органического происхождения, богатых углеродом.

Бентонитами называют высокодисперсные глинистые породы с преобладающим содержанием монтмориллонита. Содержание в них частиц размером меньше 0,001 мм достигает 85...90%.

Трепелы и диатомиты, состоящие в основном из аморфного кремнезема, используют для изготовления теплоизоляционных изделий, строительного кирпича и камней.

Основными свойствами, характеризующими глины как материал для изготовления керамических изделий, являются:

Пластичность – свойство глины во влажном состоянии принимать под влиянием внешнего воздействия желаемую форму без образования разрывов и трещин и сохранять полученную форму после прекращения действия усилий. Пластичность обусловлена образованием тонких слоев воды между пластинчатыми частицами глины, способствующих набуханию глины и скольжению частиц друг относительно друга без потери связности. Степень пластичности зависит от гранулометрического, минерального состава глин, формы частиц, содержания примесей и количества воды. Чем больше в глине содержание мельчайших частиц (менее 0,005 мм), тем она пластичнее. Пластичность характеризуется числом пластичности Пл (разность влажностей, соответствующих пределу текучести глины и пределу раскатывания глиняного жгута). Для производства хороши умеренно пластичные глины (Пл = 7-15%). Малопластичные глины (тощие) с Пл < 7% плохо формуются, а средние (Пл = 15-25%) и высокопластичные (Пл > 25%) глины дают большую усадку при сушке, растрескиваются и требуют отошения.

Связность (связующая способность глины) – способность глиняного теста связывать зерна непластичных материалов (песка, шамота и др.), а также образовывать при высыхании достаточно прочное изделие – сырец. Характеризуется степенью связности – усилием, необходимым для разъединения частиц глины.

Воздушная усадка – уменьшение размеров и объема сырца при его сушке за счет испарения свободной воды; она колеблется от 2 до 12% и может быть уменьшена введением отошителей и поверхностно-активных веществ, сокращающих формовочную влажность глин.

Огневая усадка – изменение размеров и объема изделий в процессе обжига, обусловленное расплавлением легкоплавких составляющих глин и сближением частиц глины между собой, она составляет от 2 до 8 % и тем выше, чем больше температура обжига. Полная усадка равна сумме воздушной и огневой.

Огнеупорность – свойство глин (и изделий из них) выдерживать воздействие высоких температур, не деформируясь и не расплавляясь. По огнеупорности различают огнеупорные (не ниже 1580⁰С), тугоплавкие (1350-1580⁰С) и легкоплавкие (ниже 1350⁰С) глины.

Спекаемость – свойство уплотняться при обжиге и образовывать камнеподобный черепок. Интервал между температурой начала спекания и тем-

пературой, при которой появляются первые признаки пережога, называется интервалом спекания. Чем он больше, тем легче управлять процессом обжига, тем меньше опасность деформаций изделий.

В процессе высокотемпературного обжига глина претерпевает глубокие физико-механические изменения. Сначала испаряется свободная вода (до 200°C), затем выгорают органические примеси ($300\text{-}400^{\circ}\text{C}$). При температуре $500\text{-}600^{\circ}\text{C}$ удаляется химически связанная вода из глинистых минералов, так из каолинита образуется безводный метакаолинит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$, который при $700\text{-}800^{\circ}\text{C}$ разлагается на отдельные оксиды (образуется так называемый твердый раствор). С повышением температуры до 900°C и выше оксиды SiO_2 и Al_2O_3 вновь соединяются, но в других соотношениях, образуя новый искусственный минерал муллит $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$. Муллит придает обожженному керамическому черепку водостойкость, прочность, термическую стойкость. С его образованием глина необратимо переходит в камневидное состояние. Вместе с образованием муллита переходят в расплав легкоплавкие составляющие глины, которые скрепляют кристаллы муллита, цементируют и уплотняют материал.

Обжиг кирпича и других пористых изделий обычно заканчивается при температуре $950\text{-}1050^{\circ}\text{C}$. Дальнейшее повышение температуры ведет к появлению пережога («железняк»), характеризующегося повышенной плотностью изделий, темным фиолетово-бурым цветом, иногда оплавленной поверхностью и деформированием изделий. Соответственно недожог характеризуется незавершенностью процессов обжига, пониженной прочностью, водо- и морозостойкостью, изделия имеют алый оттенок.

Природные глины в чистом виде применяются редко, чаще – в смеси с добавками различного назначения:

- отощающие добавки – шамот, дегидратированная глина, шлаки, золы, кварцевый песок, вводятся для понижения пластичности и уменьшения усадки глины при сушке и обжиге;

- порообразующие добавки вводятся для повышения пористости и уменьшения теплопроводности керамического черепка. По механизму порообразования добавки делятся на диссоциирующие с выделением газа – молотые мел, доломит и выгорающие – древесные опилки, угольный порошок, торфяная пыль;

- пластифицирующие добавки – высокопластичные глины, бентониты, поверхностно-активные вещества, вводятся в тощие глины и повышают пластичность сырьевой смеси;

- плавни – полевые шпаты, железная руда, доломит, магнезит, тальк и др., понижают температуру спекания глин.

Для улучшения внешнего вида, а также повышения стойкости к внешним воздействиям изделия покрывают декоративным слоем – глазурью или ангобом. *Глазурь* – стекловидное покрытие различного цвета, прозрачное или непрозрачное (глухое). Сырьевую смесь в виде порошка или суспензии из кварцевого песка, каолина, полевого шпата, солей щелочных и щелочноземельных металлов наносят на изделие и закрепляют обжигом.

Ангоб – тонкий слой белой или цветной глины, наносимый тонким слоем на поверхность еще необожженного изделия. При обжиге образуется цветное покрытие с матовой поверхностью.

Технологии производства керамических изделий. Технологический цикл получения практически любых керамических изделий включает следующие этапы:

- добычи и подготовки сырья;
- получения пластичной массы;
- формования изделий;
- сушки изделий;
- обжига изделий.

Добыча глин осуществляется в карьерах, обычно вблизи от керамических заводов, поэтому карьерные работы можно считать частью производственного цикла керамики. Методы добычи глин определяются мощностью пласта и характером его залегания.

В зависимости от свойств исходного сырья и вида изготавливаемой продукции подготовку глиняной массы осуществляют полусухим, пластическим и шликерным способами.

По первому способу сырьевые материалы после предварительного дробления на вальцах сушат до остаточной влажности 6–8%, затем измельчают, просеивают, увлажняют (до влажности 8–10%) и перемешивают.

При пластическом способе сырье дробят, тонко измельчают и увлажняют до получения однородной пластичной массы влажностью 18–22%.

По шликерному способу высушенные сырьевые материалы измельчают в порошок и смешивают с водой до получения сметаноподобной однородной массы – шликера. Его используют для формования изделий методом литья – кирпич, черепица, трубы. Этот способ наиболее длителен и энергоемок, поэтому им производятся санитарно-технические изделия, декоративная керамика и др.

Сушка – процесс, в котором из формовки удаляется свободная влага. Изделие при этом дает усадку, называемую воздушной. Важно обеспечить такие условия, при которых скорость продвижения влаги от внутренних слоев к наружным не слишком разнилась бы со скоростью удаления влаги с поверхности, иначе наружные слои будут высыхать намного быстрее, с появлением напряжений, способных привести к трещинообразованию. Поэтому процесс сушки идет либо при комнатных температурах, либо при слабом нагреве и носит длительный характер.

Обжиг – главная операция технологии, при которой происходят химические и физические процессы, изменяющие состав и свойства материала (происходит формирование структуры). Максимальная температура спекания керамики достигает 1400°

При обжиге происходит сближение частиц массы стягивание их за счет образования жидкой фазы, что приводит к появлению усадки, называемой огневой, который при сильной интенсивности может сопровождаться растрескиванием, поэтому нагрев и охлаждение при спекании проводят плавно.

2.2. Керамические материалы и изделия

Ассортимент керамических материалов и изделий можно подразделить по назначению на пять групп: стеновые; облицовочные; кровельные; материалы для полов; изделия специального назначения; санитарно-техническое оборудование.

Стеновые керамические материалы изготавливают из легкоплавных глин с добавками или без них и применяются для кладки наружных и внутренних стен и других элементов зданий, а также для изготовления панелей и блоков. В зависимости от размеров стеновые керамические кирпичи и камни подразделяются на виды: кирпич обыкновенный, утолщенный, модульный; камень обыкновенный, укрупненный с горизонтальным расположением пустот. Основные свойства стеновых керамических материалов – это высокая морозостойкость и водопоглощение. Морозостойкость кирпича и камней составляет 15, 25, 35 и 50 циклов. Водопоглощение для полнотелого кирпича должно быть для марок до 150 не менее 8%, для полнотелого кирпича более высоких марок и пустотелых изделий – не менее 6%.

По плотности различают три вида стеновых керамических материалов:

1. Обыкновенные – с плотностью более 1600 кг/м^3 ;
2. Условно-эффективные – с плотностью не более $1400 - 1600 \text{ кг/м}^3$;
3. Эффективные – с плотностью не более $1400 - 1450 \text{ кг/м}^3$.

Керамические фасадные кирпичи, плиты, блоки.

Лицевые керамические кирпичи для стен выпускаются тех же форм и размеров, что и обычные, отличаются от обычных более высокой плотностью и однородностью цвета. Производятся на прочность марки 75, 100, 125 и 150, по морозостойкости – не менее 25 циклов. Регулируя состав сырья и режим обжига получают от белого, кремового до светло-красного и коричневого цветов.

Крупноразмерные облицовочные керамические плиты типа «плинк» выпускаются глазурованные и неглазурованные с гладкой, шероховатой, рифленой, одно- или многоцветной поверхностью. Плиты имеют водопоглощение менее 1% и морозостойкость 50 циклов и более. Изготавливаются квадратной или прямоугольной формы длиной 490, 990, 1190 мм, шириной 490 и 990 мм и толщиной 9-10 мм. Применяются для облицовки фасадов и цоколей зданий.

Керамические поризованные блоки – габаритные размеры блока $510 \times 260 \times 219 \text{ мм}$, средняя плотность составляет 800 кг/м^3 , прочность при сжатии 150 кг/см^2 , коэффициент теплопроводности $0,18 \text{ Вт/мК}$.

Наличие в блоке пазогребневого стыка обеспечивает высокую теплозащиту, поскольку исключаются вертикальные растворные швы и образование мостиков холода, а также экономию раствора. Пустоты блока выполнены таким образом, чтобы свести к минимуму попадание в них раствора. Толщина такого материала для стен, как керамические блоки, составляет 219 мм. Это позволяет через каждые три ряда лицевого кирпича ($65 \text{ мм} + 12 \text{ мм} + 65 \text{ мм} + 12 \text{ мм} + 65 \text{ мм}$) закладывать в шов анкер из нержавеющей стали, слу-

жащий связкой между облицовочным слоем и основной кладкой. Благодаря этому между обеими частями кладки возникает долговечная и прочная связь.

Железобетонные перемычки, облицованные керамикой, служат для перекрытия дверных и оконных проемов. Перемычки состоят из элементов, – керамических кожухов, по размерам соответствующих рядовому кирпичу – 250×120×65 мм.

Для получения перемычки кожухи выкладывают в ряд на требуемую длину, армируют легкой арматурой диаметром 10–12 мм, в зависимости от предполагаемой нагрузки, и бетонируют массой класса В25. Таким образом, изготавливают изделия длиной 130–234 мм. Они выдерживают значительную нагрузку при изгибе и становятся в кладке несущими. Сразу после установки перемычки процесс кладки можно продолжить. Перемычки легко штукатурятся, но могут быть использованы как лицевые элементы. Цвет фасада получается однородным.

Камень керамический поризованный двойного формата при массе 4 кг имеет размеры 250×120×142 мм, плотность 950 кг/м³, водопоглощение 8,9%, теплопроводность, 0,35 Вт/м °С, морозостойкость 75 циклов. Вес этого стенового керамического материала на 300 г легче обыкновенного кирпича. Камень выпускается марок М100, М125, М150, М200. Применяя поризованный камень, на каждом погонном метре стены экономится жилая дополнительная площадь 0,78 м², также снижаются расходы на отопление.

Облицовочные керамические материалы – характеризуются высокой прочностью, долговечностью, декоративностью и высокими эксплуатационными качествами. Керамические материалы независимо от их структуры и цвета могут быть: глазурованными и неглазурованными.

Применяются 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 глазу-

ванное 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.

Плитки керамические фасадные в соответствии с ГОСТ 13996-93 выпускают прямоугольные толщиной 10 мм – 250×140, 250×65, 215×120, 140×120 мм; толщиной 7 мм – 150×75, 143×68, 120×65, 65×60 мм и квадратные 68×68 мм.

Плитки фасадные изготавливают из улучшенных сортов глин, содержащих пониженное количество окислов железа. По форме выпускают плитки:

- квадратные (размеры от 21×21×4 мм до 96×96×4 мм);
- прямоугольные (размеры от 46×21×4 мм до 250×140×10 мм).

По *характеру отделки* поверхности фасадные плитки бывают:

- 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, выполняется гладкой и рифленой.

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 1,2×1,2 см до 33×33 см. В зависимости от формы и размеров промышленность выпускает 28 типоразмеров плиток. Преимущественное распространение получили квадратные (150×150 мм) и прямоугольные (150×75 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: плитусы, прямые и обратные уголки, карнизы и т.д.

Керамическая черепица характеризуется высокими потребительскими свойствами, основными из которых являются практичность и долговечность. Срок службы этого материала при условии правильной укладки может достигать 100 лет.

Керамическая черепица оптимально подходит для крыш с уклоном скатов не менее 22° (в зависимости от вида). Именно такой наклон обеспечивает хороший сток влаги без нарушения герметичности покрытия. При этом материал отличается предельно низким влагопоглощением, что обеспечивает высокие показатели морозостойкости – до 300 циклов заморозания/оттаивания.

Существует две основные технологии производства черепицы ленточ-

ная и технология штамповки.

Ленточный способ – это когда из глины делают ленту, которую затем разрезают на отдельные заготовки. Черепица, произведенная по такой технологии, имеет пазы вдоль плитки.

Штамповка – это способ, при котором используются специальные металлические формы, в которых глину прессуют и получают заготовки нужной формы. При такой технологии черепица получает пазы с двух сторон готовой плитки.

Керамическая черепица классифицируется по нескольким признакам.

По способу изготовления: штампованная; ленточная (разрезная).

По форме: гладкая; профилированная; желобчатая.

По виду профиля: низкопрофильная; S-образная; пазовая; романская; «бровный хвост».

По размеру: малоформатная; крупноформатная.

По методу укладки: в один слой; в два слоя.

По типу поверхности: натуральная, с цветом обожжённой глины; ангобированная, с нанесением цветного покрытия; эдельангобированная, с заданной расцветкой и глянцевой поверхностью; глазурированная, с ярким, броским цветом и стекловидным покрытием.

Преимущества керамической черепицы:

- устойчивость к высоким и низким температурам;
- устойчивость к воздействию ультрафиолетовых лучей;
- устойчивость против бактерий и микроорганизмов;
- медленно нагревается и остывает, применение для домов с мансардой;
- большой вес, кровельное покрытие из керамической черепицы выдерживает сильные порывы ветра, дождь и град, хороший шумоизолятор.
- долговечность, может прослужить без ремонта более 80 лет;
- минимальные расходы на обслуживание кровельного покрытия;
- привлекательный внешний вид.

Недостатки керамической черепицы:

- большой вес, при монтаже керамической черепицы следует учитывать возможности стропил (нагрузка минимум 200–250 кг/м²);
- низкая герметичность, между стыками плиток в подкровельное пространство попадает дождь, снег (устройство гидроизоляции крыши);
- хрупкость плитки, требует осторожности при транспортировке и монтаже;
- высокая стоимость.

Специальной керамикой являются те строительные материалы и изделия, которые после спекания и последующего остывания приобретают специфические, только им присущие свойства. Специальная керамика по требованиям, предъявляемым к необходимым свойствам, подразделяется на множество видов, вот некоторые из них:

- огнеупорные материалы;
- кислотоупорные материалы;
- клинкерный кирпич;

- лекальный кирпич;
- санитарно-техническая керамика;
- ковровая керамика.

Свойства отдельных видов керамики. Многие производства требуют очень высоких температур, это повлекло за собой создание строительных материалов, в частности – керамики, стены печей из которых бы не плавилась. А в чём по-другому расплавишь металл или придашь стеклу текучесть? Наиболее подходящим сырьём для производства огнеупоров являются каолиновые и диасовые глины.

К кислотоупорным материалам относится довольно широкий спектр изделий: кислотоупорные трубы, плитки, кирпичи, фасонные изделия (к примеру, декоративные вазы или панно). Они способны долго противостоять агрессивным средам, потому используются для полов, трубопроводов, футеровки на химических предприятиях (и не только). Их главная особенность – минимальная пористость.

Клинкерный кирпич, используемый для отделки, прочен, эстетичен, долговечен. Производится из однородных, мелкофракционных глин, откуда экструдивно был удалён воздух. Далее производилось спекание, но не до стекловидного расплава. Камин в интерьере, фасад и крыльцо в доме, дорожки во дворе – далеко не полный спектр его использования.

Лекальный кирпич – простой кирпич, но не в форме параллелепипеда, а клинообразный и (или) дугообразный, то есть с изогнутыми гранями. Служит он для возведения труб и для футеровки цилиндрических установок, где температура не поднимается выше 700°C.

К санитарно-технической керамике относятся унитазы, трубы, электроизоляторы, раковины и т.п. Её получают из беложгущихся глин. После обжига получают фаянс, полуфарфор и фарфор. У фаянса довольно большие поры и глины не полностью спекаются, потому его всегда покрывают глазурью. Фарфор прочен, хотя и тоньше фаянса, полностью спекается и не имеет пор.

Ковровая керамика – это тонкостенная мелкая плитка, клееная на основу из крафт-бумаги. Она бывает разного цвета, с глазурью и без неё. Форма может быть любой: трапециевидной, треугольной, квадратной, ромбической и т.д. Ковровой плиткой отделывают кухни и санузлы, вестибюли и лестницы, даже наружные блоки и панели. Для последних нужно, чтобы морозостойкость была не менее 25 циклов. Применение для внутренней отделки ускоряют этот процесс.

2.3. Стекланные материалы и изделия

Стекло – твердый, прозрачный, аморфный неорганический полимер, получаемый при остывании расплава, состоящего из оксидов кремния, оксидов некоторых металлов и других химических элементов. Как правило, современные промышленные стекла содержат не менее пяти компонентов, а специальные технические – более десяти.

Разнообразие свойств стекол обуславливает и разнообразие используемого сырья. Все сырьевые материалы, применяемые для варки стекла, делят на главные и вспомогательные. Первые вводят в состав шихты необходимые для данного стекла основные и кислотные оксиды, вторые придают стекломассе специфические свойства, облегчают ее варку и выработку.

Главные стеклообразующие оксиды вводят в состав шихты со следующими видами сырья: SiO_2 с кварцевыми песками или песчаниками; CaO и MgO – с известняками и доломитами; Al_2O_3 – с пигментом или полевым шпатом; Na_2O – с содой; Ca_2O – с паташом; B_2O_3 – с буром; P_2O_5 – с суриком и т. д. Основное требование, предъявляемое ко всем видам сырья – чистота и однородность по составу. Особенно жесткие требования предъявляют к чистоте кремнезёмсодержащего сырья, составляющего до 70% шихты.

К вспомогательным материалам относятся вещества, создающие восстановительную или окислительную среду в стекольной шихте и печной атмосфере, ускоряющей процессы стеклообразования и обесцвечивания стекломассы, и красители. В качестве восстановителя применяют антрацит и кокс, окислителей – нитраты натрия или калия, оксиды мышьяка и сурьмы. Ускоряют процесс стеклообразования добавкой сульфата натрия, кремнефтористого и фтористого натрия.

Стекло характеризуется следующими *свойствами*:

Плотность стекла составляют 2,5–2,7 г/см³. Предел прочности при сжатии стекол составляет от 700 до 1000 МПа и более, при растяжении – 30–60 МПа. Трещины, царапины снижают прочность при растяжении в 4–5 раз. Температура влияет на прочность стекла. Она минимальная при плюс 200°C, максимальная при минус 200°C и плюс 500°C.

Для увеличения прочности стекла осуществляют закалку, травление, микрокристаллизацию, армирование, триплексование, покрывают поверхность пленками и др. Закалка отожженного стекла повышает прочность в 4–5 раза. При травлении плавиковой кислотой растворяется поверхностный слой, удаляются поверхностные дефекты и прочность повышается в 3–4 раза. Нанесение силиконовой пленки после травления повышает прочность в 5–10 раз.

Хрупкость – главный недостаток стекла, оно плохо сопротивляется удару. Прочность при ударном изгибе обычного стекла составляет всего около 0,2 МПа. Хрупкость можно понизить увеличением в стекле оксидов B_2O_3 , Al_2O_3 , MgO , а также закалкой, травлением кислотой. Закаленное стекло имеет ударную прочность 1–1,5 МПа.

Твердость стекла, т.е. прочность его при вдавливании, как и другие виды прочности, зависит от химического состава и состояния поверхности, находится в пределах 5÷7 по шкале Мооса. Наибольшую твердость имеет кварцевое стекло, меньшую стекла с большим содержанием щелочных оксидов. Наиболее мягкими являются многосвинцовые стекла.

Теплопроводность в зависимости от вида стекла составляет 0,5–1 Вт/(м·°C). Температура начала размягчения стекла зависит от химического состава. Для строительных стекол она составляет 550–700°C, кварцевое стекло

размягчается при 1200–1500 °С.

Светопропускание (прозрачность) стекла – от 0 до 97 %, для оконного примерно 88 %. Оно измеряется коэффициентом пропускания $\tau_s = I/I_0$, т. е. равным отношению световой энергии, прошедшей через стекло, к световой энергии, вошедшей в него, (лм·с). Силикатные стекла хорошо пропускают всю видимую часть спектра и незначительную часть ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Изменяя химический состав стекол, можно получить солнцезащитные и теплозащитные стекла. Стекла с оксидами титана, свинца, хрома, сурьмы, трехвалентного железа и пр. поглощают ультрафиолетовые лучи. Fe^{2+} и Cr^{2+} поглощают инфракрасную область спектра.

Термическая устойчивость – способность стекла выдерживать, не разрушаясь, резкое изменение температуры. Термостойкость оконного стекла составляет 80–90 °С, это стекло плохо переносит резкое охлаждение. Высокую термостойкость имеет кварцевое стекло. Оно выдерживает резкий перепад температур до 1000 °С.

Коэффициент линейного температурного расширения (КЛТР) стекла, как и других твердых тел, зависят от температуры и обычно для определенного температурного интервала колеблется в очень широких пределах: от $5 \cdot 10^{-7}$ до $120 \cdot 10^{-7}$ 1/град (в интервале температур 15–100 °С). В наибольшей степени КЛТР растет под влиянием щелочных оксидов. Влияние оксидов II группы выражено слабее, а оксидов III группы является неоднозначным. В зависимости от состава стекла меняется координационное состояние элементов, и приращение КЛТР может меняться от положительных до отрицательных значений.

Звукоизолирующая способность стекла относительно высока. По этому показателю стекло толщиной 1 см соответствует кирпичной стене в полкирпича – 12 см.

Химическая стойкость стекла высокая, при воздействии воды, кислот, солей, щелочей. Его разрушает только плавиковая и фосфорные кислоты, а также горячие щелочи. Высокая стойкость силикатных стекол объясняется образованием защитного слоя из гелеобразной кремнекислоты разложением силикатов.

Красителями стекла являются соединения металлов растворимые в стекломассе или образующие в ней взвешенные микрочастицы металлов и их соединений.

Обязательным компонентом шихты является стекольный бой. Стекольную шихту готовят путем дозирования по заданному рецепту сырьевых материалов и тщательного их перемешивания. Смешение шихты производят в смесителях периодического действия: тарельчатых, барабанных, а также конусных.

Важнейшими стадиями процесса варки стекла являются силикатообразование, осветление, гомогенизация и студка стекломассы. Сущность каждой стадии сводится к следующему.

На *первой стадии силикатообразования* по мере нагревания шихты из нее испаряется влага, обезвоживаются гидраты, термически разлагаются не-

которые соли (например, нитраты). При 300–400⁰С в шихте начинается взаимодействие карбонатов и сульфатов с образованием двойных солей и легкоплавких эвтектик. При дальнейшем повышении температуры в реакции вступают песок и глиноземные материалы с образованием различных силикатов. Одновременно вследствие плавления некоторых солей и эвтектик в шихте появляется расплав, интенсифицирующий взаимодействие компонентов. Уже при температуре порядка 800⁰С взаимодействие компонентов шихты заканчивается, выделение газов прекращается. За счет жидкой фазы, образующейся при плавлении соды и эвтектических примесей, происходит спекание шихты. Однако значительная часть кремнезема (до 25%) остается в свободном состоянии. Для обычных натриево-кальциевых стекол стадия силикатообразования завершается при 800–900⁰С.

На второй стадии стеклообразования при повышенных температурах происходит плавление массы, избыточные зерна кварца и возникшие ранее силикаты растворяются в расплаве. К концу второй стадии при температуре 1100–1200⁰С шихта представлена прозрачной, но неоднородной по составу стекломассой, пронизанной множеством *газовых* пузырей.

На стадии осветления происходит удаление газов из *расплава*: крупные пузыри поднимаются на поверхность и *лопаются*, а мелкие растворяются в расплаве. Для обычных стекол осветление заканчивается при температуре 1400–1500⁰С.

Структура стекломассы в процессе варки очень неоднородна. Для выравнивания ее химического состава, ликвидации свиля и гетерогенных слоев стекломасса проходит стадию гомогенизации. В печах периодического действия она осуществляется перемешиванием стекломассы, в печах непрерывного действия – длительным выдерживанием ее в зоне высоких температур, а также бурлением стекломассы сжатым воздухом. Процессу гомогенизации способствует также перемешивание массы газовыми пузырями в процессе осветления. Осветление и гомогенизация – самые длительные стадии варки стекла.

Завершающая стадия процесса стекловарения – студка, заключается в повышении вязкости стекломассы до пределов, допускающих формирование изделий, за счет снижения температуры до 1000–1200⁰С.

Для промышленных стекол, вырабатываемых механическими способами, стекломассу получают в непрерывно действующих стекловаренных ваннах печах, а для некоторых специальных видов стекол в печах периодического действия (горшковых или ваннах).

Производство строительного стекла состоит из следующих основных операций:

- подготовка составляющих материалов, которая заключается в сушке и очистке песка от посторонних примесей, дроблении и сушке мела, доломита и *помоле* угля;

- приготовление шихты, составляющие материалы дозируются, перемешиваются и расплавляется в специальных *печах непрерывного* (ваннах печи) или периодического (*горшковые* печи) действия;

– варка стекла *производится при температуре 1100–1200°С* до полного *отделения* всех примесей, которые собираются на поверхности в виде пены. В этот период происходит и обесцвечивание стекла путем введения специальных добавок, а также удаление пузырьков воздуха и газа;

– формовка изделий и их отжиг – из расплавленной массы с помощью машин вертикального или горизонтального типа вытягивают ленту стекла, которая проходит между валками машины, охлаждается и отжигается для снижения хрупкости.

Листовое стекло можно получить также способом литья с последующей прокаткой. Для этого стеклянную массу выливают на гладкую поверхность и прокатывают гладкими узорчатыми валками.

Материалы и изделия из стекольных расплавов. Наибольшее распространение получили материалы и изделия из стекольных и расплавленных масс. Эти материалы в виде стекла со всеми его разновидностями, а также в виде стеклянных изделий нашли широкое применение в строительстве, архитектуре, санитарной технике, пищевой, химической и других отраслях промышленности.

Обычное оконное листовое стекло является наиболее распространенным видом плоского стекла. Светопропускаемость оконного стекла в зависимости от толщины, которая составляет 2–6 мм, равна 85–90%. Исходным сырьем для получения строительного листового стекла служат кварцевые пески, сульфат натрия или кальцинированная сода, известняк, доломит, уголь и некоторые другие вещества.

Орнаментное стекло является разновидностью листового оконного стекла, получаемого способом литья. Это стекло имеет одну сторону гладкую, а другую – теснёную, узорчатую.

Армированное стекло получают методом непрерывного проката с одновременным закатыванием внутрь листа металлической сетки, может иметь гладкую или узорчатую поверхность, обладает повышенной огнестойкостью (до 1,3 ч.). При разрушении осколки удерживаются армированной сеткой. Светопропускаемость составляет не менее 60%. Применяют для остекления фонарей верхнего света, оконных переплетов, устройства перегородок, ограждения балконов, лестничных маршей и др.

Цветное армированное стекло получают из стекломассы, окрашенной в процессе варки оксидами металлов. Основные цвета – золотисто-желтый, зеленый, лилово-розовый, голубой. Применяют его для ограждения балконов, лоджий, лестниц, лифтовых шахт, устройства декоративных светопрозрачных плафонов и перегородок в жилых домах и санаториях, пансионатах, предприятиях общественного питания и торговли и др. зданиях.

Защитное стекло получают специальной термической обработкой (для повышения прочности и упругости); предназначено оно для остекления автотранспорта.

Солнце- и теплозащитное стекло изготавливают на машинах вертикального вытягивания путем аэрозольной обработки поверхности стекла специальными растворами. В зависимости от состава растворов и условий обра-

ботки можно получить стекла с неодинаковой степенью пропускания и отражения в различных частях спектра, применяют для остекления зданий и средств транспорта с целью уменьшения солнечной и тепловой радиации.

Увиолевое стекло получают из сырья с минимальным содержанием примесей оксидов железа, титана, хрома. Оно пропускает не менее 25 % ультрафиолетовых лучей. Применяется для остекления лечебных, детских учреждений, оранжерей и др.

«Витрасил» – стекло, обладающее способностью рассеивать свет по всему помещению, не оказывает слепящего действия и не вызывает утомления у человека, а также является также хорошим тепло- и звукоизолятором.

Облицовочное стекло применяют для облицовки панелей, стен жилых и общественных зданий. Это стекло устойчиво атмосферным влияниям и гигиенично.

Профильное строительное стекло представляет собой элементы швеллерного и коробочного сечения, формируемые на горизонтальных прокатных установках в виде бесконечной ленты, разрезаемой затем на отрезки длиной до 6000 мм. Используют для светопрозрачных ограждений и самонесущих стен в промышленном, гражданском и сельскохозяйственном строительстве, для устройства внутренних перегородок и прозрачных плоских кровель в различных типах зданий, в виде крупноразмерных панелей. Стекло устойчиво против воздействия концентрированных кислот, щелочей и влаги. Выпускают бесцветным и цветным, неармированным и армированным стальной проволокой. Оно характеризуется повышенной огнестойкостью и безопасностью при разрушении.

Стекланные блоки представляют собой полые, пропускающие свет изделия с разнообразной фактурой внутренней или наружной поверхности. В зависимости от профиля и размера стенок блока изменяется интенсивность и направленность световых лучей, а также создается равномерное освещение отдельных участков и больших площадей в здании. В зависимости от требований к светоосвещению через светопроемы могут использоваться стеклоблоки светорассеивающие, прозрачные и светонаправляющие, в фасадах промышленных зданий, для освещения лестничных клеток гражданских зданий и разного рода складских помещений, требующих верхнего света, а также в архитектурно-деловых целях. Применяют в цехах с агрессивной средой, а также с необходимостью создания постоянных климатических условий.

Стеклопакеты представляют собой два или несколько листов стекла, герметично соединенных между собой по периметру. Между стеклами имеется полость, заполненная сухим воздухом. Стеклопакеты изготавливают из оконного витринного, армированного, узорчатого и других стекол толщиной 2-8 мм. Стеклопакеты выдерживают большую ветровую нагрузку, чем отдельные стекла той же толщины, при остеклении упрощается конструкция оконных проемов, увеличивается световая площадь, и снижаются тепловые потери. Применяется в промышленных, гражданских и общественных зданиях.

Стемалит представляет собой закаленное листовое стекло различной фактуры, покрытое одной стороны глухими керамическими красками раз-

личных цветов. Стемалит изготавливают из неполированного витринного или прокатного стекла толщиной 6-12 мм, который отличается высокой устойчивостью атмосферным воздействиям, постоянством цвета, прочностью, термической стойкостью. Стемалит предназначен для наружной и внутренней облицовки зданий, изготовления многослойных панелей, устройства перегородок, а также ограничений лестничных маршей и балконов.

Стевит – изделие, состоящее из двух, герметически соединенных по периметру с помощью герметика и окантованных водостойкой эластичной лентой, между которой заключена светорассеивающая прокладка из стекловолоконного нетканого холста. Применяют для заполнения оконных проемов, остекления фонарей верхнего света, а также для устройства светопропускающих перегородок в зданиях промышленных предприятий, торговли, общественного питания, в лечебных и учебных заведениях, библиотеках, музеях, где требуется светорассеивающее остекление, исключаящее сквозную видимость и уменьшающее солнечную радиацию.

Дверные полотна изготавливают из листового, подвергнутого закалке стекла. Стеклянные полотна для дверей представляют собой листы утолщенного полированного, неполированного, прокатного узорчатого стекла с обработанными кромками. Выпускают бесцветные, с полированной и неполированной поверхностью, а также цветные и бесцветные светорассеивающие с узорчатой или ковеной поверхностью. Бесцветные полотна применяют для наружных и внутренних дверей в жилых, общественных и промышленных зданиях, цветные – для внутренних дверей.

Многослойные стекла (триплекс) состоят из двух и более листов оконного или витринного стекла, склеенных по всей поверхности прозрачными органическими пленками из поливинилбутираля, пластифицированного дибутилсебацата и др. При разрушении стекла, осколки остаются на пленке, что повышает его безопасность. Многослойные стекла применяют для дверных полотен, перегородок, витрин. Изделия из трех, четырех листов упрочненных стекол, склеенных утолщенной пленкой – пуленепробиваемы.

Витринное стекло изготавливают из полированного и неполированного стекла толщиной 6–12 мм, может быть плоским и гнутым. Применяют для остекления внутренних и наружных витрин и проемов в магазинах, ресторанах, аэропортах и т. д.

Плитки коврово-мозаичные изготавливают из глушеного стекла в виде ковров, на бумажной основе, получают методом непрерывного проката или прессования из стеклянного порошка с последующим отжигом. Прокатные плитки выпускают размером 21×21×4,5, прессованные – 22×22×5 мм. Применяют для наружной отделки зданий, реже – для внутренней.

Эмалированные стеклянные плитки изготавливают из отходов оконного или витринного стекла размером чаще всего 150×150 мм. Лицевую поверхность плиток покрывают слоем боросиликатной титановой эмали, а затем подвергают термической обработке для ее закрепления и отжига стекла. Применяют для облицовки стен, столовых, кухонь, санузлов.

Марблит и стекломрамор. Марблит представляет собой прямоуголь-

ные или квадратные плиты, изготовленные из глушеного стекла. Наружная поверхность листов обычно полированная, внутренняя – рифленая. Декоративный марблит изготавливается из черного глушеного стекла с кристаллическими переливающимися вкраплениями. Стеклорамор имеет мраморовидную окраску и является разновидностью марблита.

Марблит применяется для облицовки фасадов зданий, оформления интерьеров, стеклорамор – для облицовки внутри зданий и покрытий полов.

Стеклоклянная крошка получается дроблением отходов прокатного стекла, стекольного гранулята из глушеной белой или цветной стекломассы. Применяют ее для создания декоративного эффекта при отделке бетонных поверхностей.

Смальта – кусочки глушеного цветного стекла размером до 20 мм. Ее отливают в виде плит, которые затем разбивают на кусочки. Применяют для отделки фасадов, изготовления мозаичных панно.

Стеклоклянные трубы получили широкое распространение в пищевой, фармацевтической, химической и других отраслях промышленности для транспортирования агрессивных жидкостей. Трубопроводы из стекла прозрачны, гигиеничны и имеют гладкую поверхность, что уменьшает сопротивление перемещаемых в них жидкостей. Изготавливают способом вертикального или горизонтального вытягивания и центробежным способом.

Стеклоклянная вата представляет собой материал, состоящий из тонких (5–6 мкм) гибких нитей. Используют в качестве тепло- и звукоизоляционного материала в промышленности и строительстве, эластична, устойчива к температурным изменениям, химически стойка, не поддается гниению и горению. Применять в качестве наполнителя при изготовлении асбоцементных изделий, а также тонкого заполнителя для штукатурных и отделочных растворов. В смеси с полимерами получают материал – стеклопластик.

Стекломаты обладают высокими диэлектрическими свойствами, стойки против коррозии в агрессивных химических средах, выпускают в виде рулонного материала и используют для изоляции газовых и водяных трубопроводов.

Пеностекло и газостекло получают путем вспучивания расплава размоленного стекла, смешанного с веществом (известняком, углем), которое при температуре 750–850°C способно выделять газ. Является хорошим тепло- и звукоизоляционным материалом, обладает малой плотностью (200–600 кг/м³) и низкой теплопроводностью, применяют для теплоизоляции тепловых и холодильных установок, звукоизоляции общественно-бытовых помещений.

Ситаллы получают из того же сырья, что и стекло, с добавками соединений титана, лития, циркония и др. Производство включает дополнительную термообработку, их нагревают и выдерживают при температуре, соответствующей образованию центров кристаллизации, а затем при температуре максимальной скорости роста кристаллов. Ситаллы обладают высокой прочностью при сжатии – $R_{сж} = 500 \dots 1500$ МПа, растяжении – $R_p = 25 \dots 500$ МПа, химической стойкостью – 99,8 %, низкой истираемостью $I = 0,016 \dots 0,03$ г/см²; термостойкость составляет 200–1100 °C. Их применяют при изготовле-

нии труб, плиток, деталей насосов для химической промышленности. В строительстве большее распространение получили шлакоситаллы.

Шлакоситаллы получают введением в огненно-жидкие шлаки катализаторов кристаллизации – TiO_2 , CaF_2 , P_2O_5 и др. Они имеют предел прочности при сжатии 90–130 МПа, высокую химическую стойкость – 99,8 %, термостойкость и морозостойкость, низкую истираемость $I = 0,016 \dots 0,03 \text{ г/см}^2$. Применяют для покрытия полов, облицовки турбинных камер и водосливов ГЭС, изготовления сантехнических изделий, труб, для футеровки строительных конструкций.

Производство шлакоситалла включает в себя два основных этапа: получение стекла на основе шлака и изготовление из него изделий, а затем термическая обработка последних с целью получения стеклокристаллического материала. Для составления шихты используют металлургический доменный шлак (50–60 масс %), кварцевый песок (20–40 масс %), глину (до 11,5 масс %), сульфат натрия (4–6 масс %). В качестве катализаторов Кристаллизации применяют сульфиды металлов, фториды, фосфаты, оксиды хрома, диоксид титана (0,5–10,0 масс %).

Шлакоситаллы получают черного и белого цвета. Окраску регулируют за счет выделения в стекле различных сульфидов металлов. Сульфиды железа и марганца окрашивают шлакоситалл в черный цвет. Для получения белого шлакоситалла в стекла вводят оксид цинка, который взаимодействует с окрашенными сульфидами тяжелых металлов с образованием сульфида цинка белого цвета.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные сырьевые материалы, используемые в производстве керамических изделий.
2. Как классифицируются керамические строительные материалы?
3. Перечислите основные свойства керамических материалов.
4. Основные виды по назначению керамических материалов.
5. Перечислите основные технологические операции при производстве керамических материалов и изделий.
6. Стеновые керамические материалы.
7. Кровельные керамические материалы, черепица.
8. Стекло как строительный материал, свойства стекла.
9. Основные стадии процесса варки стекла.
10. Материалы и изделия из стекольных расплавов.
11. Ситаллы – свойства, назначение.

Лекция 3. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ. СОСТАВЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ

План лекции.

- 3.1 Определение, классификация, свойства металлов.
- 3.2. Изделия из чугуна, стали и цветных металлов.
- 3.3. Виды коррозии металлов. Материалы для защиты металлов от коррозии.

3.1. Определение, классификация, свойства металлов

Металлами называют вещества, характерными свойствами которых являются высокая прочность, пластичность, тепло- и электропроводность, особый блеск, называемый металлическим.

Металлические элементы составляют почти 3/4 всех существующих в природе элементов, но не все находят широкое применение в строительстве. Некоторые из них встречаются очень редко. Из наиболее ценных и важных для техники и строительства металлов лишь немногие содержатся в земной коре в больших количествах: алюминий, железо, магний, титан и др.

В водохозяйственном строительстве металлы применяются в виде металлопроката и металлических изделий. Металлопрокат используют при строительстве насосных станций, водопроводящих сооружений, производственных зданий, изготовлении различного типа металлических затворов.

Металлы, применяемые в строительстве, делят на две группы – **черные и цветные**. Черные металлы представляют собой сплав железа с углеродом, в зависимости от содержания углерода подразделяют на чугуны и стали.

Чугун – железоуглеродистый сплав с содержанием углерода 2 – 4,3%. В зависимости от назначения различают чугуны литейные, чугуны передельные и чугуны специальные. Литейные чугуны применяют для отливки различных строительных деталей; передельные – используют для производства стали, специальные чугуны – в качестве добавок при производстве стали и чугуна литья специального назначения.

Сталь – ковкий железоуглеродистый сплав с содержанием до 2% углерода. По химическому составу в зависимости от входящих в сплав химических элементов стали бывают углеродистые и легированные. К углеродистым сталям относят сплавы железа с углеродом и примесями марганца, кремния, серы и фосфора. Легированными называют стали, в состав которых входят легирующие добавки (никель, хром, вольфрам, молибден, медь, алюминий и др.).

Цветные металлы в чистом виде весьма редко используют в строительстве. Значительно чаще находят применение сплавы цветных металлов, которые по истинной плотности разделяют на легкие и тяжелые. Легкие сплавы получают на основе алюминия или магния. Наиболее распространенными легкими сплавами являются алюминиево-марганцевые, алюминиево-кремнеземистые, алюминиево-магниевые и сплавы дюралюминия. Их ис-

пользуют для несущих (фермы и др.) и ограждающих (оконные переплеты и др.) конструкций зданий и сооружений.

Тяжелые сплавы получают на основе меди, олова, цинка, свинца. Среди тяжелых сплавов в строительстве применяют бронзу (сплав меди с оловом или сплав меди с алюминием, железом и марганцем) и латунь (сплав меди с цинком). Из этих сплавов изготавливают архитектурные детали и санитарно-техническую арматуру.

Все металлы и сплавы характеризуются физическими, химическими, механическими и технологическими свойствами.

К **физическим свойствам** металлов как строительным материалам относятся: пластичность, цвет, теплопроводность.

– *пластичность* – способность изменять форм под воздействием нагрузки, вытягиваться в проволоку (арматура), прокатываться в листы и профили;

– *цвет*, обычно серый цвет и непрозрачность;

– *теплопроводность* обусловлена высокой подвижностью свободных электронов и колебательным движением атомов, благодаря чему происходит быстрое выравнивание температуры по массе металла.

Химические свойства металлов наиболее важные для оценки условий работы: окисляемость – способность металла образовывать оксиды (соединяться с кислородом); коррозионная стойкость – способность сопротивляться разрушению во время химического воздействия окружающей среды.

К **механическим свойствам** относятся прочность, твердость, упругость, пластичность металлов, которые имеют большое значение при их использовании в строительстве (рисунок 3.1).

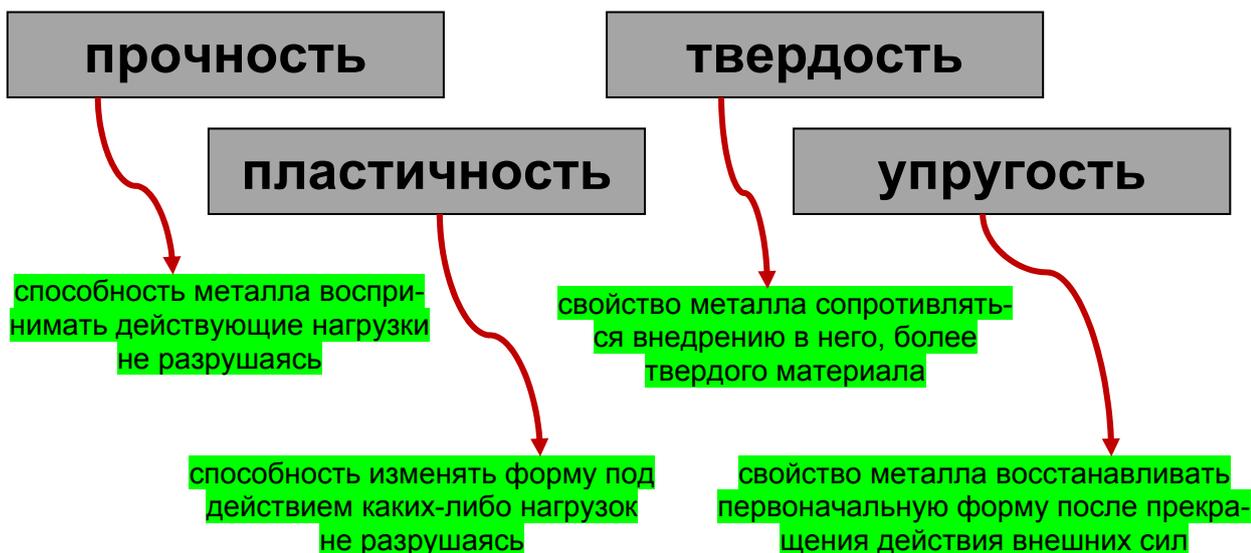


Рисунок 3.1 – Механические свойства металлов

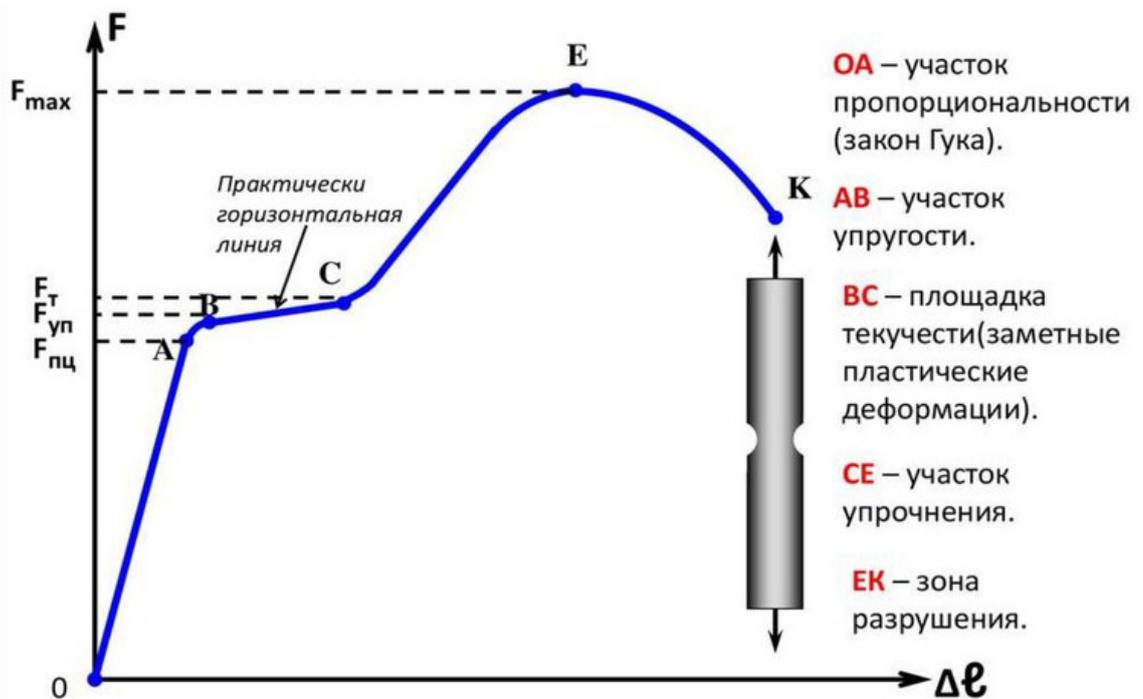
Механические свойства металлов и сплавов определяются тем, как они воспринимают внешние нагрузки, т.е. сопротивляются деформированию и разрушению. При их деформировании наблюдается два различных вида де-

формаций – упругие и пластические, – которые отличаются и внешними проявлениями и внутренними механизмами.

Упругие деформации происходят за счет изменения межатомных расстояний, они не изменяют структуру металла, его свойства и являются обратимыми, т.е. после снятия нагрузки тело принимает прежние форму и размеры – остаточная деформация отсутствует.

Пластические деформации изменяют структуру и свойства металла, т.е. после снятия нагрузки деформации остаются, таким образом, пластические деформации носят необратимый характер.

Основные напряжения, характеризующие деформацию металла при одноосном растяжении, приведены на диаграмме растяжения образца стержня (рисунок 3.2).



а – растяжение с образованием шейки; б – то же без образования шейки

Рисунок 3.2 – Диаграмма одноосного растяжения стержня

Область напряжений, при которых происходит только упругая деформация, ограничена *пределом пропорциональности* $\sigma_{пц}$. В этой области имеют место только упругие деформации, а для образца в целом выполняется закон Гука – деформация пропорциональна напряжению (отсюда и название предела).

σ_y – *предел упругости* – напряжение, до которого закон Гука выполняется с незначительным отклонением, деформации считаются упругими.

σ_T – *предел текучести* – напряжение, при котором при постоянной нагрузке наблюдается заметный рост остаточных (пластических) деформаций, исчезающих после снятия нагрузки.

σ_B – *предел прочности (временное сопротивление)* – максимальное напряжение, которое может выдержать образец стержня.

σ_p – напряжение при котором происходит фактическое разрушение образца.

Аналогичные по смыслу пределы определяют для сжатия, изгиба и кручения.

Пластичность – это способность металла изменять форму без нарушения целостности (без трещин, надрывов и тем более разрушения), которая оценивается в линейных, относительных или условных единицах.

Она проявляется, когда упругое деформирование сменяется пластическим, т.е. при напряжениях больших предела текучести σ_B .

Чаще всего пластические свойства оцениваются изменением длины l_0 и ширины A_0 образца – по величине:

– относительного удлинения $\delta = \Delta l / l_0 \cdot 100, \%$;

– относительного сужения $\psi = \Delta A / A_0 \cdot 100, \%$.

Возможности пластического деформирования характеризует отношение $\sigma_{0,2} / \sigma_B$. При $\sigma_{0,2} / \sigma_B = 0,5 - 0,6$ металл допускает большие пластические деформации (δ и ψ составляют десятки процентов). Наоборот, при $\sigma_{0,2} / \sigma_B = 0,95 - 0,98$ металл ведет себя как хрупкий: область пластических деформаций практически отсутствует (δ и ψ составляют 1–3%). Но эта величина определяется при статическом одноосном растяжении и поэтому не характеризует пластичность при других видах деформаций (изгиб, сжатие, кручение), больших скоростях деформирования (ковке, прокатке) и высоких температурах.

Таким образом, пластичность зависит от температуры, скорости и способа деформации. На пластические свойства сильно влияют многие примеси, часто даже в очень малых концентрациях.

Вязкость – определяет количество энергии, поглощаемой при пластической деформации, она измеряется с использованием единиц энергии.

Величина энергии, необходимой для разрушения материала, равна площади под кривой деформации на диаграмме «истинное напряжение – истинная деформация» (см. рис. 3.2). Это означает, что она зависит и от максимально возможной деформации и от прочности металла.

Твердость – это свойство поверхностного слоя материала сопротивляться внедрению другого, более твердого тела, при его сосредоточенном воздействии на поверхность материала. «Другое, более твердое тело» – это индентор (стальной шарик, алмазная пирамида или конус), вдавливаемый в испытываемый металл.

Численное определение твердости производится по методикам Бринелля или Роквелла. В методе Роквелла твердость измеряется в условных единицах НР, которые отражают степень упругого восстановления отпечатка после снятия нагрузки. Т.е. число твердости по Роквеллу определяет сопротивление упругим или малым пластическим деформациям. В зависимости от вида металла и его твердости используют разные шкалы. Чаще всего используется

шкала С и число твердости HRC.

Твердость по Бринеллю определяется как отношение усилия вдавливания к площади контакта индентора и металла при максимальном внедрении индентора. Т.е. числа твердости HV и HB имеют смысл среднего напряжения на поверхности невосстановленного отпечатка, измеряются в единицах напряжения (МПа или кгс/мм²) и определяют сопротивление пластическим деформациям. Основное различие между этими методами связано с формой индентора.

Изменения упругих и пластических свойств с изменением температуры, после термической обработки, нагартовки и т.д. проявляются в изменении твёрдости. Твердость измеряется быстрее, проще, допускает неразрушающий контроль.

Из сказанного следует, что твердость не является первичным свойством материала, скорее это обобщенная характеристика, отражающая его упругопластические свойства. При этом, выбор метода и условий измерения может преимущественно характеризовать или его упругие или, наоборот, пластические свойства.

Свойство противостоять усталости называется выносливостью. Её важнейшей характеристикой является предел выносливости. Он показывает наибольшее напряжение цикла, при котором не происходит усталостного разрушения после заданного числа циклов. Чаще используют симметричные знакопеременные циклы (поочередно действуют одинаковые по амплитуде сжимающие и растягивающие напряжения), в таких случаях предел выносливости обозначается σ_R .

Ползучесть становится проблемой при повышенных температурах (примерно начиная с $0,4 - 0,6T_{пл}$) и нагрузках выше некоторой величины (но меньше предела текучести). Деформация ползучести сопровождается изменениями структуры и, соответственно механических свойств. В отличие от пластической деформации, упрочняющей металл, деформация ползучести ведет к его разупрочнению. Кроме постоянно растущей деформации и увеличения скорости ползучести в металле начинается зарождение трещин и со временем происходит его разрушение.

С явлением ползучести связано понятие жаропрочности. Это способность работать под нагрузкой с допустимыми деформациями и без разрушения в условиях повышенных температур.

Количественной характеристикой жаропрочности является предел ползучести и предел длительной прочности.

Предел ползучести используется в двух вариантах. В первом – это растягивающее напряжение, при котором деформация достигает заданной величины за определенное время. В обозначении предела верхний индекс указывает заданную температуру, нижний (через дробь) указывает допустимое удлинение в % и время, за которое оно достигается, например $\sigma_{900/1/1000}$.

В другом варианте нижний индекс указывает допустимую скорость установившейся ползучести.

Предел длительной прочности это условное наибольшее напряжение,

под действием которого материал при заданной температуре разрушается через заданный промежуток времени. В обозначении присутствуют два индекса: верхний указывает заданную температуру, нижний – заданную долговечность (в часах), например σ 900/1000 . Эта характеристика определяет способность материала противостоять разрушению при длительном воздействии температуры и нагрузки.

Предел ползучести и длительная прочность понижаются с увеличением температуры и длительности выдержки. Они должны рассматриваться как предельные значения рабочего напряжения при высоких температурах.

Жаропрочность часто путают с жаростойкостью – способность выдерживать высокую температуру без окалинообразования. Жаростойкость можно рассматривать как сопротивление коррозии, вызванной высокими температурами.

3.2. Изделия из чугуна, стали и цветных металлов

Изделия из чугуна. В зависимости от содержания примесей и скорости охлаждения получают два основных вида чугуна: белый и серый. Эти наименования соответствуют цвету чугуна. Белый имеет высокую твердость, но весьма хрупок; его применяют для получения ковкого чугуна и стали. Серый чугун в расплавленном состоянии обладает хорошей текучестью и легко заполняет формы, дает малую усадку при затвердении, а также легко поддается механической обработке. Серый чугун используют для литья разнообразных строительных изделий и маркируют буквами СЧ, например СЧ 12-28, СЧ18-36, СЧ28-48 и СЧ32-52. Первая цифра марки показывает допустимый предел прочности при растяжении, вторая - предел прочности при изгибе (в кгс/мм). Серый чугун, используемый для отливки изделий, работающих главным образом на сжатие (колонны, опорные подушки, канализационные трубы, тубинги и др.), характеризуется пределом прочности при растяжении 120–210 МПа и при изгибе 280–400 МПа.

В современном гражданском, промышленном, сельскохозяйственном и транспортном строительстве широко используют чугунные изделия. Среди них в первую очередь следует назвать санитарно-технические изделия и оборудование, например отопительные радиаторы, ванны, мойки, вентили. Чугунные трубы применяют для стояков санитарно-технических кабин, канализационных сетей, для отвода промышленных вод и т.д.

Чугунные литые изделия изготовляют различными способами, среди которых наиболее простым является литье в формы. Прогрессивные способы литья чугуна – под давлением и центробежный. Из серого чугуна путем отливки получают элементы строительных конструкций, работающих на сжатие: колонны, опорные подушки, арки, своды, тубинги метрополитена, плиты для полов промышленных зданий и т.п. Его используют для литья труб печных приборов (топочные дверцы, задвижки, колосники), а также архитектурно-художественных изделий.

Стальные материалы и изделия в строительстве.

Из всех металлических материалов и изделий, применяемых в строительстве, стальные являются самыми распространенными на строительной площадке.

Углеродистые стали обыкновенного качества – сплав железа с углеродом с присутствием в небольшом количестве примеси: кремний, марганец, фосфор и сера, каждая из которых оказывает определенное влияние на механические свойства стали. Повышенное содержание углерода придает стали хрупкость и твердость.

Наиболее широко в строительстве используют сталь марки – Ст 3, которая идет на изготовление металлических конструкций гражданских и промышленных зданий и сооружений, опор линии электропередач, резервуаров и трубопроводов, а также арматуры железобетона.

Легированные стали. Низколегированные стали наиболее часто применяют в строительстве. Содержание углерода в низколегированных сталях не должно превышать 0,2%, при большем количестве понижаются пластичность и коррозионная стойкость, а также ухудшается свариваемость стали. Легирующие добавки влияют на свойства стали следующим образом: марганец увеличивает прочность, твердость и сопротивление стали износу; кремний и хром повышают прочность и жаростойкость; медь – стойкость стали к атмосферной коррозии; никель способствует улучшению вязкости без снижения прочности. Стали, содержащие никель, хром и медь, высокопластичны, хорошо свариваются, их с успехом используют для сварных и клепаных конструкций промышленных и гражданских зданий, пролетных строений мостов, нефтерезервуаров, труб и т.д.

Маркировка сталей. По стандарту марку углеродистой стали обыкновенного качества обозначают буквами Ст и цифрами от 0 до 7. Качественные углеродистые стали маркируют двузначными цифрами, которые показывают содержание углерода в сотых долях процента (0,8; 25 и т.д.). В обозначение марок кипящей стали добавляют "кп", полуспокойной "пс", спокойной – "сп", например Ст3сп, Ст3пс, Ст2кп.

Для маркировки стали каждому легирующему элементу присвоена определенная буква: кремний – С, марганец – Г, хром – Х, никель – Н, молибден – М, вольфрам – В, алюминий – Ю, медь – Д, кобальт – К. Первые цифры марки обозначают среднее содержание углерода (в сотых долях процента для инструментальных и нержавеющей сталей); затем буквой указан легирующий элемент и последующими цифрами – его среднее содержание.

Изделия из стали. металлообрабатывающая промышленность выпускает обширную номенклатуру различных стальных изделий.

Основные профили сортового проката.

Сортовой металлопрокат бывает следующих видов:

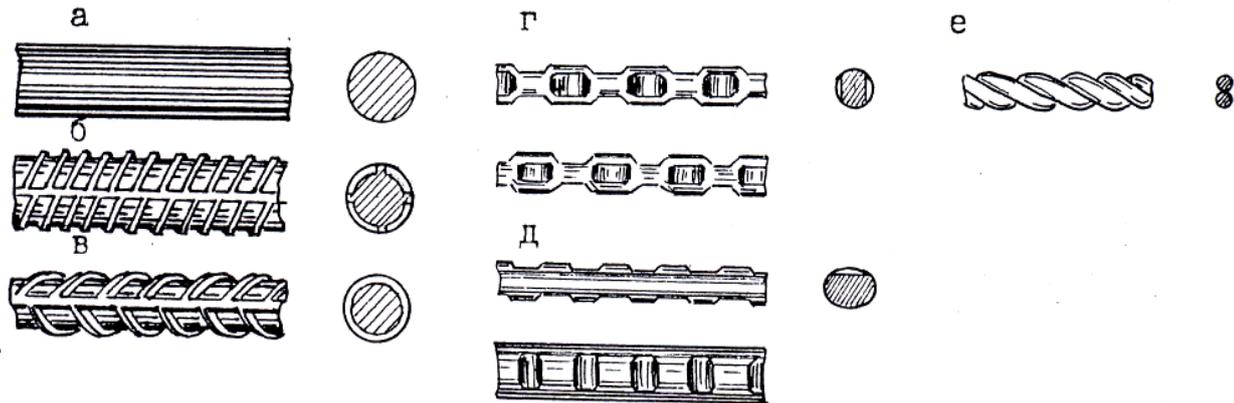
- простой (круг, квадрат, шестигранник, полоса плоского сечения);
- арматура – изделие из металла, применяемое для армирования железобетонных конструкций;
- фасонный.

Общего (массового) потребления (арматура, катанка, балка, швеллер, уголок, квадрат горячекатаный, круг, полоса, шестигранник);

Специального назначения (рельсы железнодорожные широкой и узкой колеи, рельсы трамвайные, профили с/х машиностроения, судостроения, нефтяной и электропромышленности).

При изготовлении железобетонных изделий и конструкций с целью повышения их прочности на изгиб и растяжение применяют арматуру.

Арматурой называют стальные стержни различной формы, сетки и объемные каркасы из них (рисунок 3.3).



а – гладкая стержневая; б – горячекатанная периодического профиля класса А-II;
в – то же класса А-III; г – холодносплюснутая с четырех сторон;
д – то же с двух сторон; е – витая

Рисунок 3.3 – Виды арматурной стали

Арматурную сталь классифицируют по способу изготовления, профилю стержней и применению. По *способу изготовления* арматурная сталь бывает стержневой (А) и проволочной (В), в зависимости от характера ее поверхности – ладкой и периодического профиля.

По *назначению* арматурную сталь подразделяют на ненапрягаемую, применяемую для изготовления обычного железобетона, и напрягаемую, используемую при производстве предварительно напряженных железобетонных конструкций. Стержневую арматуру изготавливают из углеродистой и низколегированной стали, ее выпускают горячекатаной обычной, упрочненной вытяжкой в холодном состоянии, и термически упрочненной.

В зависимости от предела текучести, временного сопротивления и относительного удлинения после разрыва стержневую арматуру подразделяют на классы. Каждому классу соответствует определенный цвет масляной краски, которой окрашивают концы стержней. Из стержней методом сварки получают арматурные каркасы плоские и пространственные (рисунок 3.4).

В качестве ненапрягаемой арматуры применяют стержневую арматуру диаметром до 10 мм и обыкновенную арматурную проволоку периодического профиля; в предварительно напряженных конструкциях – горячекатанную и термомеханически упрочненную стержневую арматуру, высокопрочную арматурную проволоку и арматурные канаты. Проволочную арматуру диа-

метром от 3 до 8 мм изготавливают способом холодного волочения и подразделяют на гладкую (В) и периодического профиля (Вр). Ее используют для получения арматурных канатов (К) и сварных арматурных сеток, которые могут быть рулонными и плоскими. Канаты испытывают на растяжение, проволоку – на растяжение и перегиб. Для изготовления монтажных петель, используемых при подъеме и перемещении крупноразмерных конструкций, применяют горячекатанную арматурную сталь, для закладных деталей и соединительных накладок – прокатную углеродистую сталь.

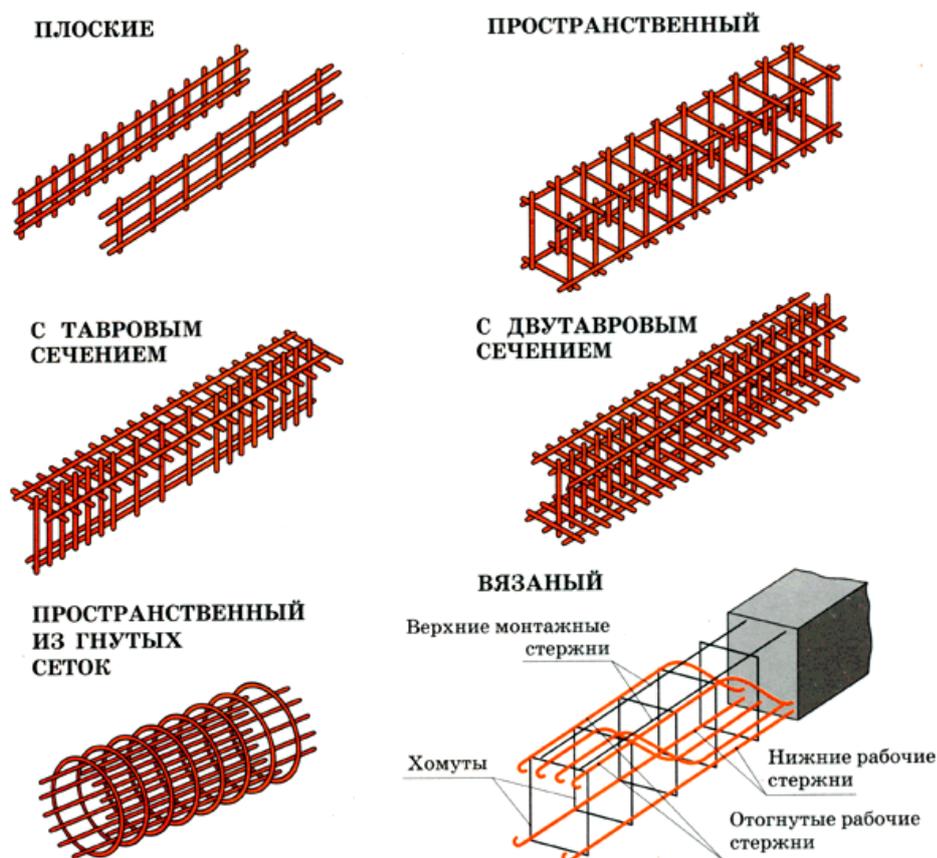
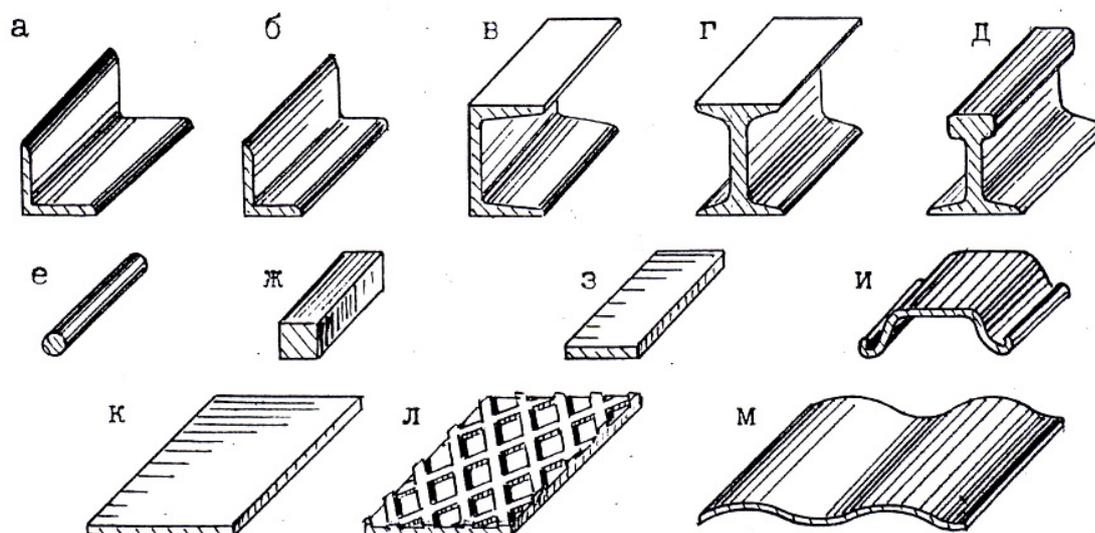


Рисунок 3.4 – Арматурные каркасы

Сортовой прокат в настоящее время, широко применяется в промышленности, строительстве, машиностроении, при добыче нефти, в энергетических комплексах. Без использования сортового проката не может нормально функционировать сельское хозяйство.

Для строительства металлообрабатывающая промышленность выпускает широкий ассортимент металлических изделий: трубы медные, стальные, алюминиевые и из алюминиевых сплавов; мелкие стальные изделия в виде болтов, гаек, шайб, заклепок; прокатная угловая сталь (уголки, швеллеры, двутавры); прокат стальной тонколистовой, рулонный (толщиной от 0,5 до 1,2 мм) с защитно-декоративным полимерным покрытием для холодного изготовления строительных конструкций; стальные листовые профили из холоднокатанного проката оцинкованные с алюмоцинковым или алюмокремниевым покрытием для кровельного настила (Н), настила и стеновых ограж-

дений (НС) и только стеновых ограждений (С); прокатная листовая кровельная сталь, в том числе оцинкованная; прокатная круглая сталь, используемая в качестве арматуры для железобетонных конструкций (рисунок 3.5).



а – равнобокий уголок; б – неравнобокий уголок; в – швеллер; г – двутар;
д – подкрановый рельс; е – круглая; ж – квадратная; з – полосовая;
и – шпунтовая свая; к – листовая; л – рифленая; м – волнистая

Рисунок 3.5 – Сортамент прокатных сталей

Сортовой прокат изготавливается на прокатном станке по технологии горячей или холодной прокатки. Для производства применяется углеродистая сталь стандартного качества. Иногда для изготовления сортового проката используют низкоуглеродистые стали. Сортовой прокат делится на два основных профиля: массового потребления и специального назначения, который производится по индивидуальному заказу.

По размеру профиля сортовой прокат делится на:

– крупный – круглая сталь диаметром 80–250 мм, квадратная сталь со стороной 70–200 мм, периодические арматурные профили №70–80, угловая сталь с шириной полок 90–250 мм, швеллеры и двутавровые балки, обычные и облегченные высотой 360–600 мм, специальные широкополочные двутавры и колонные профили высотой до 1000 мм, шестигранная сталь до №100, рельсы железнодорожные с массой 1 м длины 43–75 кг, полосовая сталь шириной до 250 мм и др.;

– средний – круглые диаметра 32–75 мм, квадратные со стороной 32–65 мм и шестигранные до №70, стальной периодический арматурный профиль № 32–60, двутавровые балки высотой до 300 мм, швеллеры высотой от 100–300 мм, рельсы узкой колеи Р18–Р24, штрипсы сечением до 8×145 мм, разнообразные фасонные профили отраслевого назначения и др.;

– мелкий – круглая сталь диаметром 10–30 мм, квадратная сталь со стороной 8–10 мм, периодический арматурный профиль № 6–28, угловая сталь с

шириной полок 20–50 мм, швеллеры № 5–8, полосовая сталь шириной до 60 мм, шестигранная сталь до № 30 и разнообразные фасонные профили отраслевого назначения эквивалентных размеров.

Обработка металлов давлением основана на использовании пластических свойств материалов. Эти свойства позволяют изменять форму и размеры заготовки под действием внешних сил (давления) и сохранять полученную форму и размеры после прекращения действия сил. Для увеличения пластичности металл нагревают до температуры, при которой наиболее полно проявляются его пластические свойства. Обработка металлов давлением отличается высокой производительностью и экономным расходом металла по сравнению с литьем и механической обработкой и, кроме того, улучшает механические свойства литого металла.

Различают следующие основные способы обработки металлов давлением: прокатка, волочение, прессование, свободная ковка, штамповка.

Прокатка – это обжатие заготовки между вращающимися валками. Валки могут быть гладкими – для прокатки листов и лент и с вырезками (ручьевые) – для получения деталей фасонного профиля. Различают горячую (с подогревом заготовки) и холодную прокатку. Комплекс оборудования, с помощью которого производится прокатка, называется прокатным станом.

Прокатные станы подразделяют по характеру процесса прокатки и выпускаемой продукции на блюминги, слябинги, листопрокатные, проволочные, сортовые, трубопрокатные и специальные.

На блюмингах производят крупные квадратные заготовки – блюмы. Из блюмов на сортопрокатных станах получают сортовой прокат с сечениями в виде квадрата, круга, прямоугольника, треугольника, сегмента, ромба, уголка, швеллера, тавра, двутавра и др.

На слябингах прокатывают крупные прямоугольные заготовки – слябы, из которых затем на листопрокатных станах производят более мелкие прямоугольные заготовки и листы. Проволочные станы предназначены для получения проволоки диаметром 5–10 мм.

На трубопрокатных станах получают бесшовные и шовные (сварные) трубы. С помощью специальных станков прокатывают самые различные заготовки, например железнодорожные колеса, вагонные оси и т.д.

Волочение – процесс протягивания заготовки через постепенно сужающееся отверстие (волоочильный глазок). В результате поперечное сечение заготовки уменьшается, а ее длина увеличивается. Волоочильный глазок является основной частью волоки – рабочего органа волоочильных станков, на которых производится эта операция. Волочение выполняют в холодном или горячем состоянии. Исходным материалом для волочения является горячекатаный сортовой прокат (круглый, квадратный, шестигранный и др.), проволока, трубы из стали, цветных металлов и сплавов. Волочение применяют для получения проволоки малого диаметра, тонкостенных труб, фасонных профилей, а также для калибровки, т.е. придания точных размеров и высокого качества поверхности изделия.

Прессование – вид обработки металлов давлением, при котором ме-

талл, заключенный в замкнутую форму, выдавливается через отверстие, меньшей площади, чем площадь сечения исходного материала. В результате прессуемый металл принимает вид прутка, который может быть простым или сложным, сплошным или полым, в зависимости от формы и размеров отверстия. Прессованию подвергаются слитки алюминия, меди и их сплавов, а также цинка, олова, свинца и др.

Ковка, так же как и литье, является издавна известным способом обработки металлов. Различают ковку без применения штампов, так называемую свободную ковку, и ковку в штампах – штамповку.

Свободная ковка заключается, в следующем. Заготовку нагревают в нагревательной печи до температуры, при которой металл становится более пластичным. После этого заготовку кладут на наковальню и ударами молота придают ей необходимую форму. Изделие, полученное в результатековки, называется поковкой.

Различают ручную и машинную ковку. Ручная ковка применяется в индивидуальном производстве для выполнения мелких ремонтных работ. Машинная ковка – ковка на молотах и прессах – используется в серийном и массовом производстве. Она во много раз производительнее ручной и позволяет обрабатывать очень крупные детали.

С помощью ручной и машиннойковки можно получать поковки самых различных форм. Однако из-за длительности процесса свободная ковка не всегда выгодна в массовом производстве. В этом случае более производительной и экономически оправданной является штамповка. При штамповке формообразование детали происходит в штампе и определяется его конфигурацией. Штамповку осуществляют на прессах и молотах.

Штамповка с предварительным нагревом заготовок называется горячей, без нагрева – холодной.

Различают объемную и листовую штамповку. Горячая объемная штамповка применяется в основном в массовом и серийном производстве и позволяет получать изделия с высокой точностью формы и размеров. Холодную объемную штамповку применяют для поволок небольшого размера.

Листовой штамповкой изготавливают плоские или пространственные тонкостенные изделия из стали, цветных металлов и сплавов. При холодной листовой штамповке используют заготовки толщиной от нескольких сотых долей миллиметра до 4 мм, при горячей – толщиной более 4 мм. Изделия, полученные листовой штамповкой, отличаются высокой точностью и не нуждаются в последующей обработке резанием.

Складирование металлопроката. Правила хранения металлопроката просты и их соблюдение не потребует полной перестройки склада. Главное – это защитить материал от влаги и обеспечить безопасность складских работ с помощью специализированных стеллажей или самодельных приспособлений (рисунки 3.6).

Стали для строительных конструкций разделяют на виды и маркируют условными обозначениями, в которых отражается состав и назначение стали, механические и химические свойства, способы изготовления и раскисления.

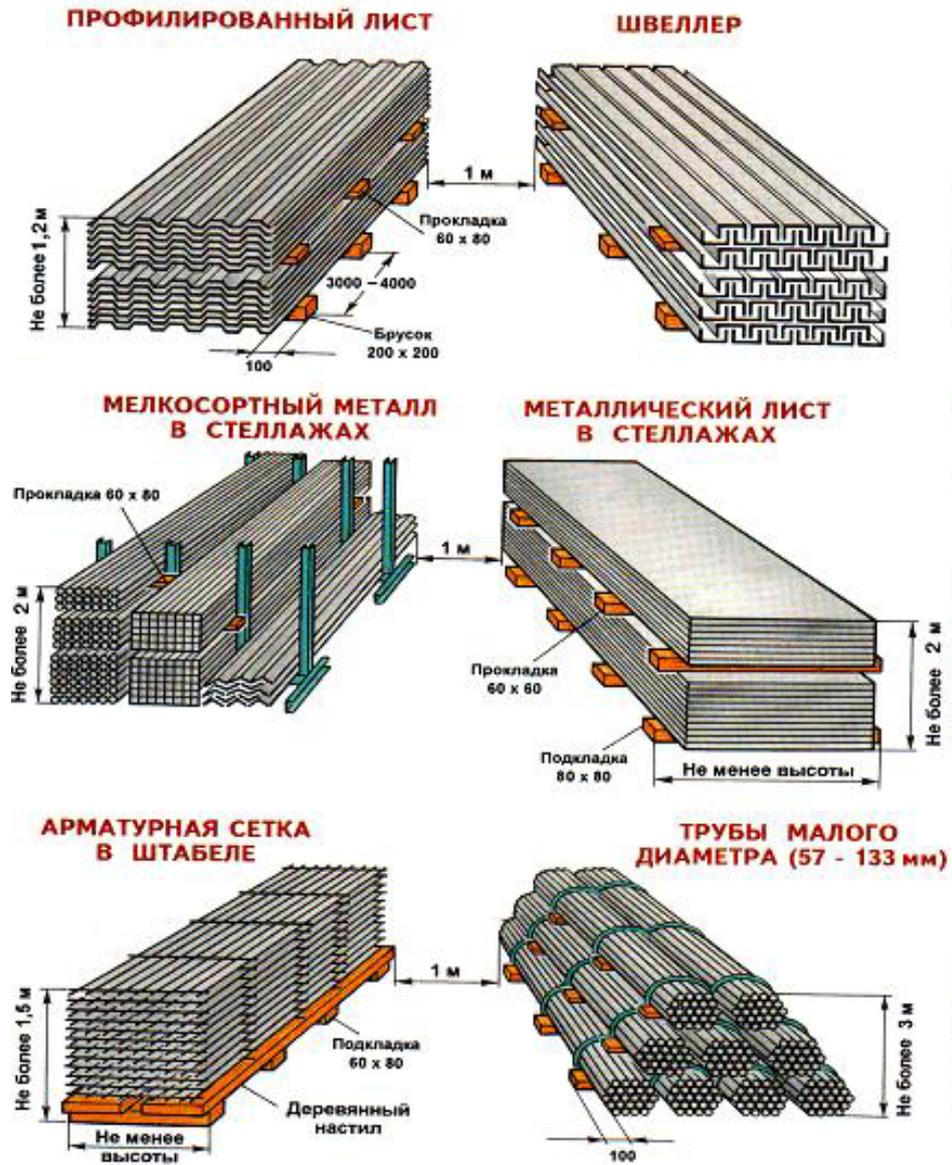


Рисунок 3.6 – Складирование металлопроката

Изделия из цветных металлов.

Алюминий и его сплавы. Алюминий – легкий серебристо-белый металл. Важное достоинство его – низкая плотность (2700 кг/м^3). В чистом виде алюминий мягок, пластичен, хорошо отливается, прокатывается, температура плавления 657°C . Алюминий имеет повышенную стойкость к коррозии на воздухе за счет образования защитной пленки (Al_2O_3), высокую теплопроводность и электропроводность. Предел прочности при растяжении у алюминия $90\text{--}120 \text{ МПа}$, относительное удлинение $20\text{--}30\%$, твердость $H_b=25\text{--}30$, коэффициент теплопроводности $200 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$.

В чистом виде в строительстве алюминий применяется для отливки деталей, изготовления порошков (алюминиевые краски и газообразователи при изготовлении ячеистых бетонов), фольги, электропроводов. Из алюминиевой фольги делают высокоэффективный утеплитель (альфоль), используют ее в

качестве отражателя тепловых лучей, а также декоративного материала. Путем анодного оксидирования из алюминиевых сплавов получают архитектурные детали различной расцветки.

Для строительных изделий алюминий применяют в виде сплавов, в состав которых входят *Cu, Mn, Mg, Si, Fe*. Сплавы, состоящие из алюминия, меди, магния и марганца, носят название дюралюминий, имеют предел прочности при растяжении более 100 МПа, изготавливают плоские и волнистые листы, прокатные, гнутые, клепаные и сварные профили, трубы.

Медь и ее сплавы. Медь – металл красного цвета с плотностью 8800 кг/м³, температурой плавления 1083°C, пределом прочности при растяжении около 200 МПа, относительным удлинением 30 – 60%. Медь – мягкий и пластичный металл, хорошо проводит электричество и тепло, применяется для изготовления электрических проводов и в качестве составной части сплавов.

Сплав, состоящий из меди и цинка, называют латуню. Латунь обладает высокими механическими и антикоррозийными свойствами и поддается горячей и холодной обработке. Применяют ее в виде листов, прутьев, проволоки, труб, а также в виде специальных изделий, сочетающих антикоррозийные и художественные качества (для архитектурной отделки интерьеров, различные погонажные изделия).

Сплав меди с оловом (до 10%) называют оловянистой бронзой. Сплавы меди с алюминием, никелем, кремнием носят название безоловянистых бронз. Иногда в состав бронзы вводят свинец, цинк, фосфор. Бронзу применяют в виде изделий для внутреннего оборудования зданий (сантехническая арматура, вентиляционные решетки, детали карнизов, фурнитуры и др.).

Кроме бронз и латуни известны другие сплавы, содержащие медь. Например, мельхиор (20% никеля и 80% меди), никелин (45% никеля и 55% меди), константин (40% никеля, 59% меди и 1% марганца).

Магний и сплавы. Магний — один из наиболее легких металлов. Средняя плотность его 1730 кг/м³, температура плавления 649°C. В чистом виде магний малоустойчив. Получают его из морской рапы после осадки поваренной соли, из карналита (*KCl, MgCl₂*), а также из магнезита. Применяют магний при изготовлении специальных легких сплавов.

Цинк. Плотность цинка 7000 кг/м³. Температура плавления 419°C. Применяют главным образом для оцинкования различных стальных изделий (гвоздей, болтов, кровельной стали), в качестве составляющего сплавов. При обычной температуре цинк хрупок, при нагревании до 150°C он становится пластичным. Цинк получают из сульфидных цинковых руд *ZnS*.

Свинец мягкий, пластичный, тяжелый металл. Плотность свинца 11400 кг/м³. Температура плавления 325°C. Свинец хорошо лется и прокатывается, хорошо противостоит действию серной и соляных кислот. Предел прочности при растяжении - до 20 МПа, твердость по НВ = 5,9. Свинец непроницаем для рентгеновских лучей и частично не пропускает гамма-лучи. Применяется в строительстве для специальных труб, антикоррозийных покрытий, звуко- и гидроизоляции и как составная часть некоторых легких сплавов. Свинец добывают из сульфидных руд.

Олово. Плотность олова 7230 кг/м^3 . Температура плавления 232°C . Олово – мягкий, стойкий против коррозии металл. Применяется для лужения стали и меди в качестве припоя и как составная часть цветных легкосплавных сплавов. Предел прочности при растяжении 35–45 МПа, относительное удлинение 40%, твердость по НВ = 12. Олово добывают из руды, которая называется оловянным камнем.

Сплавы, состоящие из свинца, олова, сурьмы, меди, применяют в качестве антифрикционных (анти – против, фрикцио – трение) или подшипниковых, такие сплавы носят название баббитов. В последнее время некоторые цветные металлы с успехом заменяют стеклом, пластмассами, химически обработанной древесиной и др.

В гидротехническом строительстве широко используют металлы, главным образом различные стали и чугун. Сталь применяют в виде проката (для затворов, кранов, трубопроводов, резервуаров и др.) и в качестве арматуры железобетонных конструкций (для армоферм, армопакетов, каркасов и сеток), при этом прутковую арматуру используют редко. Мягкую тонкую проволоку диаметром 2 и 3 мм применяют для перевязки фашин, а оцинкованную проволоку тех же диаметров – для изготовления габионов. Металлы обладают высокой прочностью, обеспечивают водонепроницаемость, хорошо работают в подвижных конструкциях, выдерживают знакопеременные усилия и напряжения. Цветные металлы применяют для арматуры насосных станций морских водозаборных сооружений.

Основным недостатком металлов, в частности стали, является коррозия в водной среде.

3.3. Виды коррозии металлов. Материалы для защиты металлов от коррозии

Разрушение металлов в результате химического или электрохимического воздействия внешней среды называют коррозией, в результате которой безвозвратно теряется около 10 – 12% ежегодно черных металлов. В зависимости от механизма процесса разрушения металла коррозия может быть химической и электрохимической.

Химическая коррозия. Химическая коррозия – это разрушение металла в процессе воздействия на него агрессивных агентов. Продуктами химической коррозии металла являются рыхлые образования оксидов, получающиеся при реакции металла с кислородом и влагой среды, с некоторыми газами в воздухе (углекислым, хлористым, сернистым), с кислотами.

Электрохимическая коррозия. Сущность электрохимической коррозии металлов состоит в том, что если в раствор какой-либо соли (электролита) погрузить два разнородных металла, а наружные концы их замкнуть, то возникает электрохимический процесс с образованием гальванического тока. При этом возникает так называемая макрокоррозия, при которой в раствор будет переходить металл. Чтобы избежать электрохимической коррозии, следует применять металл однородной структуры (например, избегать неравно-

мерного наклепа), не допускать контактов из разных металлов, и таким образом, изолировать металлические детали от влияния блуждающих токов.

Межкристаллитная коррозия. В результате любого вида коррозии на металле образуется (местами) более или менее глубокая сыпь (коррозионная язва). Металл приобретает также коррозионную хрупкость как результат межкристаллитной коррозии, т.е. коррозии, при которой металл под влиянием внешней среды разрушается по границам зерен сплава без видимых следов коррозии.

Материалы для защиты металлов от коррозии. Эффективным способом защиты от химической коррозии является использование лакокрасочных материалов. В гидротехническом строительстве чаще всего применяют материалы на основе органических вяжущих.

Битумные в качестве грунтовок используют холодную битумную краску 30–50%-ый раствор битума в бензине.

Этинолевые лаки и краски отличаются способностью отверждаться при температуре до -25°C , широко применяется краска ЭКЖС-40, изготовленная из смеси лака этиноль (60%) и железного сурика (40%).

Полихлорвиниловые (ПХВ) лакокрасочные покрытия отличаются повышенной долговечностью (10–12 лет), атмосферостойкостью, стойкостью против слабых кислот, щелочей и солей, рекомендуется применять в зимнее время и готовить небольшими порциями.

Водонепроницаемые антикоррозийные хлоркаучуковые краски изготавливают из растворов хлорированного каучука, улучшенного добавками. Эмаль КЧ-749 представляет собой раствор каучука в ксилоле с добавлением пластификаторов и пигментов, характеризуются химической стойкостью и надежно защищают конструкции в морской воде.

Эпоксидные лакокрасочные материалы благодаря высоким физико-механическим свойствам перспективны для химической защиты гидротехнических сооружений. Эпоксидные эмали ЭП-51, ОЭП стойки к воздействию воды, атмосферы, кислот и щелочей, газов и растворителей.

Контрольные вопросы

1. Перечислите физические и химические свойства металлов.
2. Какими механическими свойствами характеризуются металлы, как строительные материалы?
3. По каким признакам классифицируются металлы?
4. Какие металлы применяют в строительстве?
5. Какие изделия из чугуна применяются в строительстве?
6. Какие изделия из стали используются в строительстве?
7. Какое применение в строительстве нашли цветные металлы?
8. Складирование и маркировка металлопроката.
9. Перечислите виды коррозии металлов.
10. Виды лакокрасочных составов, применяемые для защиты металлов от коррозии.

Лекция 4. ДРЕВЕСНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

План лекции.

- 4.1. Состав, структурные элементы и свойства древесины.
- 4.2. Качественные показатели древесных материалов, пороки древесины.
- 4.3. Использование древесины для строительства гидротехнических сооружений.
- 4.4. Использование отходов переработки древесины.

4.1. Состав, структурные элементы и свойства древесины

Растущее дерево состоит из корневой системы, ствола и кроны, при этом промышленное значение имеет ствол, из которого получают 70 – 90 % древесины. Легкость и высокая прочность древесины (на растяжение и сжатие вдоль волокон), малая теплопроводность, простота обработки способствуют повсеместному применению этого материала и, в частности, в строительстве капитальных, вспомогательных и временных сооружений. Наряду с этим древесина имеет и существенные недостатки, которые в значительной степени устраняются соответствующей обработкой.

Среди недостатков:

- неоднородность строения, а, следовательно, неодинаковость свойств в разных направлениях (малая прочность на растяжение и на скалывание);
- способность изменять свою влажность на воздухе и, соответственно, размеры, форму и прочность;
- способность быстро разрушаться от гниения при неблагоприятных условиях хранения и эксплуатации;
- легкая возгораемость.

Макроструктура – это строение древесины, различимое невооруженным глазом или при незначительном увеличении.

Ствол в основном состоит из клеток, вытянутых по его длине клетки группируются наслоениями, которые на торце имеют вид концентрических колец, а на продольных разрезах (радиальном и тангенциальном) наклонных и параболических линий. На торцовом разрезе, начиная от периферии к центру, различают следующие основные части ствола: кору, луб, камбий, заболонь и сердцевину (рисунки 4.1).

Кора изолирует дерево от вредных воздействий внешней среды резких колебаний температуры, насекомых вредителей леса и т.п. Она состоит из наружных покровных наслоений, резко отличающихся от внутренних наслоений древесины и занимает 5 – 20% объема дерева. Некоторые породы имеют толстую теплозащитную кору, которая используется для изготовления теплоизоляционных плит и укупорочной пробки, в отделочных работах.

Луб в растущем дереве служит проводником питательных веществ от кроны в ствол и корни; и нем откладываются запасы питательных веществ, необходимых дереву ранней весной для развертывания молодых листьев.

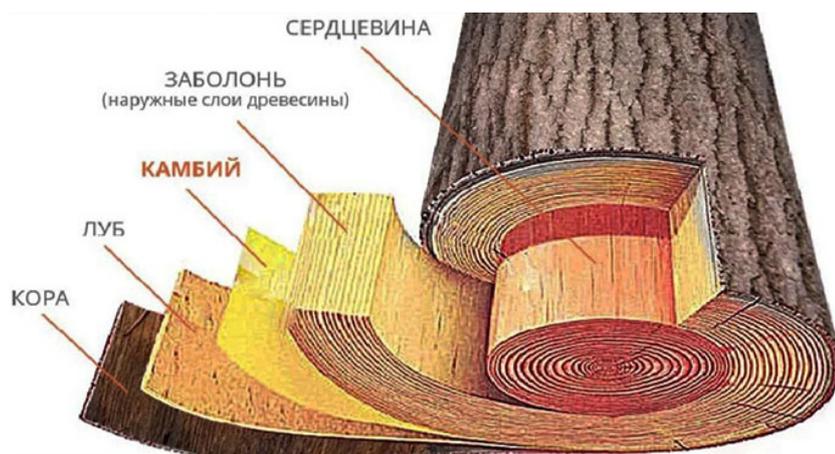


Рисунок 4.1 – Строение поперечного разреза ствола

Камбий расположен между лубом и древесиной в виде очень тонкого слоя тонкостенных клеток, способных к делению и росту. Клетки камбия, делясь, ежегодно откладывают в сторону коры клетки луба, а в противоположную сторону клетки древесины. Древесина состоит из ряда концентрических слоев, идущих от сердцевины до коры, от которой она отделяется незаметным на глаз камбиальным слоем.

Заболонь часть древесины более позднего образования, состоящая из молодых клеток, среди которых имеются живые и мертвые. В растущем дереве по заболони (снизу вверх) движется влага с растворенными в ней минеральными веществами, отчего влажность заболони в свежесрубленном дереве гораздо больше, чем в ядре. Древесина заболони по своим механическим свойствам равноценна древесине ядра (при одинаковой их влажности), но стойкость ее против загнивания ниже.

Серцевина состоит из клеток с тонкими стенками и представляет собой рыхлую ткань первичного образования; она очень слаба, непрочна и легко поддается загниванию. Часто загнивание ствола дерева начинается с сердцевины, затем распространяется на прилегающие к ней годовые слои и в стволе образуется дупло. Серцевина и образовавшаяся в первый год развития дерева древесная ткань образуют сердцевинную трубку, которая не у всех пород развита одинаково; например, клен и ясень имеют широкую трубку, а лиственница и кедр – узкую. В пиломатериалах – досках и брусках толщиной до 50 мм, предназначенных для растянутых и изгибаемых элементов несущих конструкций, сердцевина не допускается.

Бывает, что не вся плоскость среза окрашена равномерно: ближе к центру она может быть темнее, а дальше – светлее. Темная часть, самая прочная, созданная из мертвых клеток ткани, является ядром, а светлая – заболонью. Клетки ядра отмирают из-за закупорки проводящих сосудов смолой. Породы древесины с такой окраской называют ядровыми (дуб, сосна, ясень, лиственница). Если срез окрашен равномерно, то такие породы являются безъядровыми (ольха, береза).

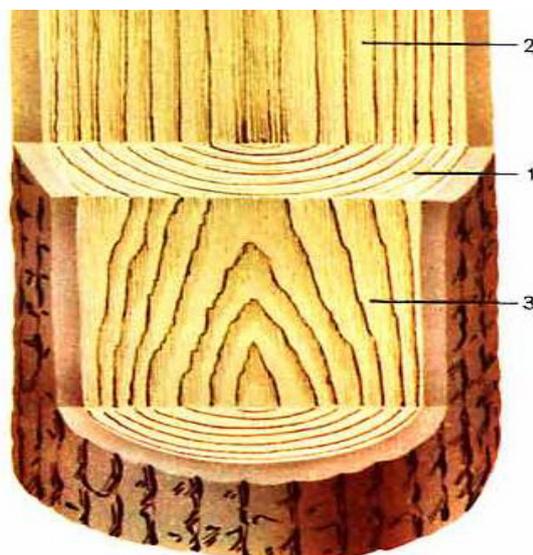
Каждый год жизни отмечается на стволе увеличением слоя древесины

определенного размера, который зависит от возраста, условий жизни растения, скорости роста. Такие слои называют годичными кольцами. Они особенно ярко видны на спилах хвойных пород и содержат два слоя ткани:

- ранний мягкий слой, возникает в первой половине годичной вегетации, имеет светлую окраску, находится у центра ствола;
- поздний твердый слой, создается во второй половине годичного роста, отличается темной окраской, располагается ближе к коре.

По каналам ранней ткани транспортируются питательные элементы к вершине и обратно. Зона позднего слоя защищает растение от механических повреждений. В комле находятся самые узкие кольца. Из-за плохих условий произрастания они могут иметь волнистость, что повышает декоративность древесины. Древесный материал с самыми узкими кольцами считается лучшим.

На поперечном разрезе ствола таких пород, как дуб, бук, клен и др., заметны узкие радиальные линии – так называемые сердцевинные лучи (рисунок 4.2).



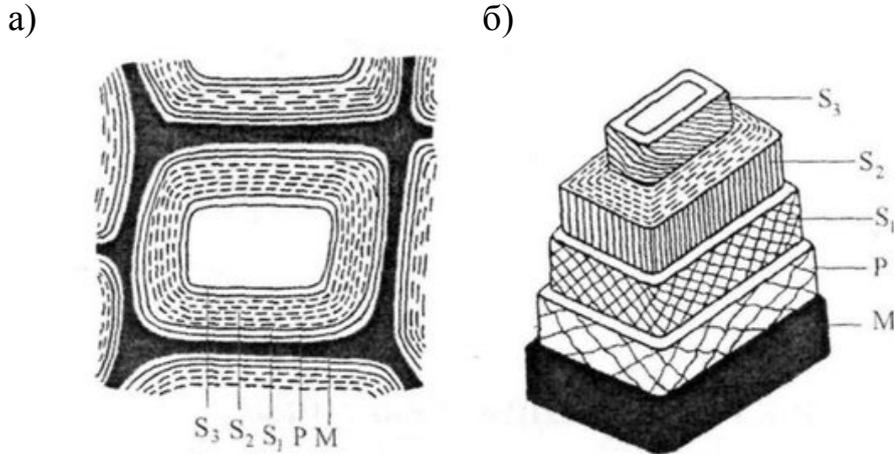
1 – поперечный (торцовый); 2 – радиальный; 3 – тангенциальный;

Рисунок 4.2 – Разрезы ствола дерева

На радиальном разрезе они представляют собой светлые или темные полосы, они часто прерываются, так как отклоняются от строго радиального направления. На тангенциальном разрезе сердцевидные лучи имеют вид темных штрихов с заостренными концами, расположенными по длине ствола. У хвойных пород они обычно очень узкие и видны только под микроскопом. Сердцевинные лучи состоят из очень коротких и тонкостенных клеток, слабо связанных между собой, вследствие чего древесина легко раскалывается по сердцевинным лучам; по ним же проходят трещины, образующиеся при высушении материала.

Древесина лиственных пород содержит от 10 до 35% сердцевинных лучей от объема древесины, хвойных – от 5 до 10%.

Микроструктура – это строение древесины, видимое только при значительном увеличении, т. е. под микроскопом. Множество разнообразных клеток, скрепленных между собой – это есть древесная масса. Каждая клетка наполнена протопластом, а межклеточное пространство – сложными полимерными соединениями (рисунок 4.3).



а – поперечный разрез; б – модель строения оболочки;
М – межклеточное пространство; Р – первичная стенка; S – вторичная стенка

Рисунок 4.3 – Строение древесной клетки

Однозначные по строению и функциям клетки создают соответствующие ткани: механические (опорные), проводящие и запасные.

Оболочка клетки создана из природных высокомолекулярных полимеров: углеводов (70 – 80%) и лигнина (20 – 30%). Углеводная часть представлена холоцеллюлозой, гемицеллюлозой и целлюлозой. Лигнин – аморфное вещество, связывающее целлюлозные волокна между собой, благодаря чему целлюлоза приобретает прочность и эластичность. Лигнин и целлюлоза пропитывают стенки клеток, вызывая их одревеснение. В результате оболочка становится жесткой, твердой, по прочности не уступающая железобетону.

Химический состав древесины и коры. Поскольку ткань древесной массы создана из клеток, то все химические компоненты располагаются в клеточных оболочках. Древесина состоит из минеральных и органических компонентов. К минеральным (неорганическим) веществам относятся элементы, которые остаются после сгорания древесной ткани (зола). Их величина составляет 1% от общей массы. По химическому составу – это смесь растворимых (натрия, калия) и нерастворимых (магния, кальция, железа) в воде солей. Остальную часть представляют органические составляющие, занимающие 99% общей массы, элементный состав, которых содержит 49–50 % углерода, 43–44 % кислорода, 6 % водорода и 0,1–0,3 % азота.

В древесине лиственных пород для движения влаги кроме клеток имеются и более крупные элементы – сосуды; они имеют форму трубочек, идущих вдоль ствола дерева. У таких лиственных пород, как береза, ольха, бук, граб, клен, осина, липа и др., крупных сосудов нет, и поэтому их ранняя и

поздняя древесина резко не различаются, для них характерны мелкие сосуды, рассеянные по всей ширине годичного слоя. Эти породы носят название рассеянно-сосудистых.

Хвойные породы в отличие от лиственных не имеют сосудов, а состоят в основном из замкнутых сравнительно длинных клеток. У большинства хвойных пород в промежутках между клетками, в так называемых смоляных ходах, сосредоточивается смола. Смоляные ходы расположены преимущественно в поздней древесине. На торцовом разрезе смоляные ходы видны при значительном увеличении, но на продольных разрезах (особенно на заболонной части) их можно обнаружить в виде темных черточек и невооруженным глазом. Смола защищает древесину от заболевания при повреждении ствола.

4.2. Качественные показатели древесных материалов. Пороки древесины

Хвойные породы. Сосна – ядровая порода, ядро у нее обычно бурокрасного цвета, а заболонь желтого. Древесина сосны мягкая (плотность 470 – 540 кг/м³) и прочная, легко обрабатывается.

Ель применяют в строительстве наравне с сосной, хотя по качеству она уступает сосне. Ель имеет спелую древесину белого цвета с желтым оттенком, менее смолистую и более легкую, чем у сосны (плотность 440–500 кг/м³). Вследствие большого количества твердых сучков ель трудно обрабатывать.

Лиственница имеет ядро красновато-бурого цвета, ее заболонь узкая и по окраске резко отличается от ядра. Древесина лиственницы плотная (плотность 630 – 790 кг/м³), твердая и прочная, менее подвержена гниению, чем древесина сосны. Поэтому лиственница особенно ценится в гидротехническом строительстве и мостостроении.

Кедр имеет мягкую и легкую древесину, ее механические свойства ниже, чем сосны. Применяют в виде круглого леса и пиломатериалов, для столярных изделий и отделки мебели - в виде декоративной фанеры.

Пихта по древесине схожа с елью, но не имеет смоляных ходов. Легко загнивает, поэтому ее не применяют во влажных условиях эксплуатации.

Лиственные породы. Дуб имеет плотную (около 720 кг/м³), очень прочную и твердую древесину. Ядро темно-бурого цвета, резко отличается от желтоватой заболони. Многочисленные крупные сердцевинные лучи видны на всех разрезах и придают древесине дуба своеобразную текстуру. Дуб применяют в ответственных конструкциях (шпонки, нагели и т. п.) в гидротехнических сооружениях, мостостроении; дубовый паркет, мебель, столярные изделия, особенно ценится мореный дуб черного или темно-серого цвета.

Ясень имеет тяжелую (660 – 740 кг/м³), гибкую и вязкую, но менее прочную древесину, чем древесина дуба. Благодаря красивой текстуре ценится в мебельном производстве и столярно-отделочных работах.

Ильмовые породы (ильм, вяз, карагач) имеют прочную, твердую и гиб-

кую древесину. Большой частью их используют в столярном производстве для изготовления мебели и строганной фанеры.

Береза – заболонная порода, распространенная в наших лесах, имеет тяжелую (около 650 кг/м^3) древесину, которая относительно легко загнивает в сырых и плохо вентилируемых местах. Березу используют для изготовления фанеры, столярных изделий и отделочных материалов, особую ценность представляет карельская береза со своей извилистой и узловатой текстурой.

Бук – спелодревесная порода, ее древесина (белая с красноватым оттенком) тяжелая (около 650 кг/м^3) и твердая, легко раскалывается. Древесина бука, как и древесина березы, относительно легко загнивает. Применяют для производства паркета, мебели, фанеры.

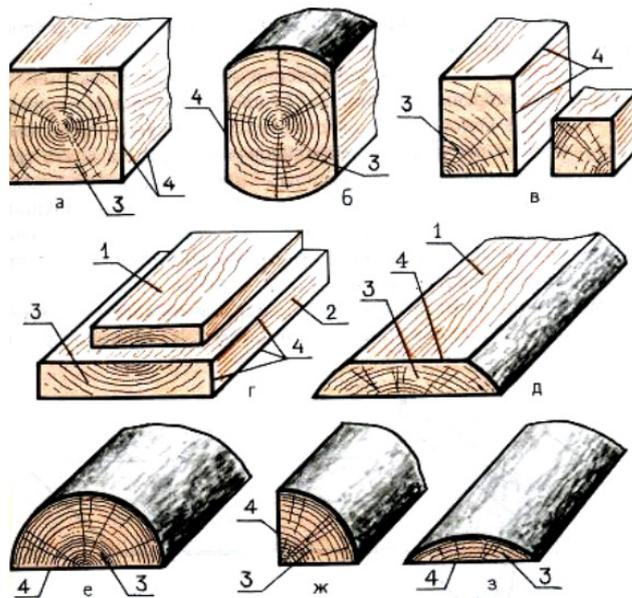
Граб имеет древесину, похожую на буковую, но более тяжелую. Используют для тех же целей, что и бук.

Осина – заболонная порода, широко распространенная в наших лесах. Ее древесина – с зеленым оттенком, легкая ($420 - 500 \text{ кг/м}^3$), мягкая, склонная к загниванию, служит сырьем для изготовления фанеры, древесных плит.

Ольха – заболонная порода с мягкой древесиной, склонной к загниванию. Используют в основном так, как и березу.

Липа – спелодревесная мягкая порода, предназначенная для изготовления фанеры, мебели, тары.

Изделия из древесины. При продольной распиловке стволов деревьев на лесопильных рамах получают различные пиломатериалы: брусья, бруски, доски, пластины, четвертины и горбыли. Пиломатериалы имеют следующие элементы: пласти, кромки, ребра и торцы (рисунок 4.4).



а – брус четырехкантный; б – брус двухкантный; в – бруски; г – доски обрезные; д – доски необрезные; е – половинка; ж – четвертинка; з – горбыль; 1 – плавть; 2 – кромка; 3 – торец; 4 – ребро

Рисунок 4.4 – Пиломатериалы

Пороки древесины – это особенности и недостатки, как всего ствола дерева, так и отдельных его участков, ухудшающие свойства древесины и ограничивающие возможности ее использования (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Пороки древесины

Наиболее распространенные пороки древесины:

Сучки – присущи почти всем породам деревьев, нарушают однородность строения древесины, затрудняют механическую обработку и снижают ее прочностные показатели. Сучки бывают светлые и темные; сросшиеся, несросшиеся и выпадающие; здоровые, гнилые и табачные и т. д.

Трещины – это продольные разрывы древесины, которые образуются под действием внутренних напряжений, достигающих предела прочности древесины на растяжение поперёк волокон.

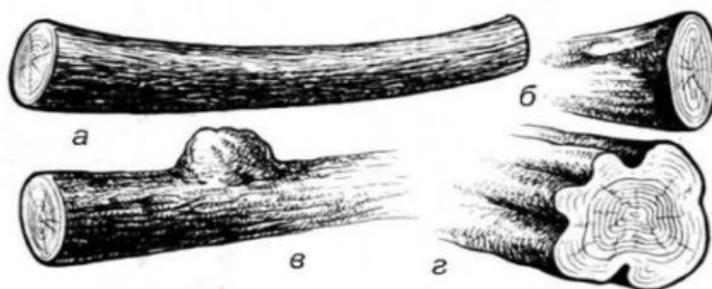
Химические окраски – это ненормально окрашенные равномерные по цвету участки в срубленной древесине, возникающие в результате развития химических и биохимических процессов, в большинстве случаев связанные с окислением дубильных веществ.

Грибные поражения – это грибные ядровые пятна, плесень, заболонные грибные окраски, побурение (торцовое, боковое), гниль (пестрая ситовая, бурая трещиноватая, белая, заболонная, ядровая, твердая, мягкая, наружная трухлявая).

Биологические повреждения – ходы и отверстия, проделанные в древесине насекомыми – червоточина (поверхностная, неглубокая, глубокая, крупная, некрупная, сквозная), повреждения древесины паразитными растениями (неглубокое, глубокое), а также повреждениями птицами.

Механические повреждения – инородные включения, обугленность, обдир коры, обзол, закорина, волнистость, ворсистость, мшистость, бахрома, вмятина, рваный торец, накол, гребешок, ожог.

Пороки формы ствола (рисунок 4.6):



а – кривизна; б – сбежистость; в – наросты; г – закомелистость

Рисунок 4.6 – Пороки формы ствола

Сбежистость – плавная убыль радиуса ствола, норма – снижение диаметра ствола на 1 см на одном метре длины, иначе высокая сбежистость.

Овальность – если соотношение меньшего и большего диаметра поперечного сечения ствола меньше, чем 1:1,5.

Нарост – локальное изменение толщины ствола, в тканях нароста определяются рельефные разводы разнообразной формы.

Кривизна – степень отклоненности продольной оси ствола от прямой, практически отсутствует у елей, тополей, дубов, пихты.

Предохраняют древесину от гниения сушка, различные конструкции, защищающие от увлажнения, антисептирование (химическая обработка древесины для повышения ее биологической стойкости).

Сушка пиломатериалов является одним из основных мероприятий, проведение которого обеспечивает значительное удлинение срока службы и повышение качества деревянных конструкций и изделий. Сушка древесины может быть естественной и искусственной.

Естественную сушку – осуществляют на открытом воздухе, под навесом или в закрытых помещениях до воздушно-сухого состояния, требует много времени – недель и даже месяцев, применяется при необходимости тщательного и длительного вылеживания или небольшом объеме работ.

Искусственная сушка производится в сушильных камерах горячим

воздухом, газом, паром или токами высокой частоты, а также за счет погружения в нагретый петролатум. Наиболее распространены камерные сушилки непрерывного и периодического действия, которые по сравнению с естественной, имеют более короткие сроки достижения малой конечной влажности (6 - 8 %) и высокое качество древесины, уничтожение грибной инфекции, насекомых-вредителей, а также сокращение производственных площадей по сравнению с площадями, занимаемыми штабелями древесины.

Защита древесины от гниения. Для предупреждения загнивания древесины используют конструктивные меры: изоляция от грунта, камня и бетона, устройство специальных каналов проветривания, защита от атмосферных осадков, а также предварительную обработку древесины различными химическими веществами – антисептиками.

Антисептики должны быть токсичными к грибам, но безвредными для людей и животных, в течение заданного срока не терять токсичные свойства, не ухудшать физико-механические свойства древесины. Антисептики подразделяются на водорастворимые и водонерастворимые маслянистые.

Водорастворимые применяются в виде водных растворов и антисептических паст, к ним относят фторид натрия, кремнефторид натрия, кремнефторид аммония, хлорид цинка, антисептический препарат ХМХЦ.

Маслянистые антисептики – каменноугольное, креозотовое и антраценовое масло, масло сланцевое, растворы пентохлорфенола в маслах.

Защита древесины от насекомых. Поражают древесину насекомые-короеды, жуки-точильщики, жуки-усачи и их личинки. Они образуют ходы, называемые червоточиной. Короеды прокладывают извилистые борозды под корой дерева на небольшую глубину. Существенного влияния на прочность древесины они не оказывают.

Основные способы борьбы с насекомыми при хранении древесины на складах – соблюдение санитарных норм и своевременное окуливание круглого леса. При обнаружении насекомых на складах и при ремонтных работах древесину обрабатывают инсектицидами – хлорофосом (диметилтрихлороксиэтилфосфонатом техническим), хлороданом, хлорпикрином и др. путем пропитки, опрыскивания, опыления или окуливания.

В качестве профилактических мер в жилых помещениях древесину протирают 2 – 3 раза в год 3%-ным водным раствором фторида или кремнефторида натрия. Для вновь строящихся зданий применяют каменноугольные и сланцевые масла, пентахлорфенол в органических растворителях.

Защита древесины от возгорания. Огнезащита деревянных конструкций – важное мероприятие в борьбе с возгоранием зданий и сооружений.

Для предохранения древесины от возгорания следует принимать меры, предупреждающие возможность непосредственного загорания конструкций.

Прежде всего, следует удалять деревянные конструкции от источников нагревания, а если это невозможно, то деревянные части покрывают малотеплопроводными негорючими материалами, например асбестом, асбестоцементными листами или штукатурят эти части. Неогнестойкие деревянные сооружения разделяются на отдельные отсеки негорючими (брандмауэрны-

ми) стенами, огнестойкими перегородками.

Для предохранения древесины от возгорания ее окрашивают огнезащитной краской, покрывают обмазкой или обрабатывают пропиткой специальными составами, а также химическими составами – антипиренами. К антипиренам относятся соли фосфорной или борной кислоты, аммонийные соли, карбонат калия или натрия. Обработанная раствором антипирена древесина не горит открытым пламенем, а при длительном воздействии высокой температуры обугливается.

4.3. Использование древесины для строительства гидротехнических сооружений

Дерево позволяет решать ряд проблем, возникающих при сооружении доков, гаваней, причалов, обустройстве берегов, шлюзов и других гидротехнических сооружений. Если учитывать угрозы, которым может подвергаться дерево в воде, и подбирать породы, наиболее подходящие для той или иной задачи, объект может существовать достаточно долго.

Основные гидротехнические сооружения с применением древесины:

- 1) берегоукрепительные сооружения на море, в реках и каналах;
- 2) причалы, пристани, пирсы, мостки, доки, ворота доков и шлюзов, и связанные с ними сооружения, например, причальные понтоны;
- 3) гавани для яхт и судов.

Свойства дерева как конструкционного материала. Наиболее важные для строительных целей механические свойства древесины обычно связываются с её текстурой. Этот термин широко используется и отвечает многим характеристикам, таким, как размер и направление волокон, выраженность и ширину годовых колец, и ряд других. В случае силовых нагрузок на древесину наибольшей прочностью она обладает в направлении поперёк волокон, и тогда любые отклонения от расположения волокон, параллельных друг другу и перпендикулярных приложенной силе, ослабляют древесину. В случае же нагрузок на истирание или раскалывание спутанность древесных волокон, называемая также свилеватостью, оказывается преимуществом, так как повышает стойкость древесины к таким воздействиям.

Если влажность древесины опускается ниже 25-30%, её прочность начинает возрастать по мере уменьшения влажности. Но при использовании древесины для гидротехнических сооружений длительное понижение влажности ниже допустимого уровня маловероятно, поэтому в расчетах используют показатели прочности для свежесрубленной древесины (влажность которой около 30%), а не древесины после сушки.

В большинстве пород различают ядровую и заболонную древесину. Первая обладает большей биологической, а часто – и механической стойкостью, и её следует предпочитать при проведении ответственных работ.

Дерево обладает, по сравнению с другими строительными материалами, рядом важных преимуществ: оно относительно лёгкое, имеет высокие показатели прочности для своей плотности, и легко обрабатывается. Всё это

может быть особенно важно в случае строительства в труднодоступных местах. Кроме того, дерево – очень гибкий конструкционный материал. Внесение изменений в конструкцию из дерева или её ремонт обычно гораздо легче, чем для той же конструкции из других материалов. Это, в свою очередь, повышает общую сравнительную долговечность конструкций из дерева.

Дерево – достаточно вязкий материал и хорошо сопротивляется ударным нагрузкам, частым в прибрежных и причальных зонах, а также в зонах погрузочно-разгрузочных работ.

Иногда плавучесть дерева может требовать специального дополнительного утяжеления полупогружённой конструкции для увеличения её устойчивости.

Использование дерева. Защита берегов рек. Формы защиты берега обычно соответствуют интенсивности движения по руслу. В верхнем течении, где могут плавать только лодки, часто используются такие меры, как берегоукрепляющие посадки или лёгкие конструкции, собранные из вязанок хвороста, иногда – плетней. Такие формы защиты являются, недолговечны по природе. На больших реках и каналах с интенсивным судоходным движением для защиты берега используются более капитальные сооружения. Обычно это частоколы из свай или системы из свай и связывающих их горизонтальных досок (для усиления – также и горизонтальных брусьев).

Так как вся древесина ниже уровня воды подвержена сильному риску загнивания, очень важно использовать для этих целей стойкие породы или предварительно обработанную предохраняющими составами древесину. В устьях, впадающих в море рек надо учитывать возможность проникновения с приливом морских сверлильщиков.

Берегозащитные работы. Для удержания сыпучих материалов пляжей используются буны, волноотбойные, ветровые и подпорные стены. Их форма, длина и высота в значительной мере определяются особенностями их конкретного месторасположения.

Размывание берега происходит двумя основными способами. Во-первых, это перенос сыпучего материала вдоль береговой линии. Для предотвращения этого устанавливаются уходящие в море перпендикулярно берегу буны, длиной от 30 до 90 метров и на расстоянии от 50 до 150 м. Часто их дополнительно приходится укреплять с подветренной стороны, чтобы предотвратить опрокидывание из-за накопления сыпучего материала с наветренной стороны.

Во-вторых, это фронтальное размывание. Достаточно часто медленное накопление сыпучих материалов летом сочетается с сильным размыванием во время осенних штормов. В таких случаях эффективны волноотбойные стены или же подпорные стены, протянутые вдоль берега, уменьшающие штормовые размывы. Ветровые экраны (проницаемые) часто сочетают с бунами. Они располагаются вдоль линии берега и уменьшают вынос материала в море во время штормов. Но они снижают привлекательность песчаных пляжей. Подпорные стены – это непроницаемые барьеры, протянутые параллельно берегу и расположенные выше линии прилива. Обычно они представ-

ляют собой двухрядный частокол с поперечным креплением и с забутованным промежутком между рядами кольев.

Причалы и пристани. Дерево может по-разному использоваться для причалов, но три основные его применения – это свайные опоры, причальные стенки (и привальные брусья) и настилы.

Сваи. Сваи и поперечные связки, выполненные из крупноразмерного массива дерева, широко применяются как в солёной, так и в пресной воде. Выбор очень часто определяется требуемой длиной. В настоящее время применение длинномеров более 9 м для постоянных конструкций ограничено по требованиям строительных нормативов.

Сваи делятся на опирающиеся на твёрдое основание (расчёт таких свай ведётся так же, как и колонн) и на удерживающиеся в грунте за счёт трения своей боковой поверхности, при расчёте которых надо это учитывать.

Нагрузки на сваи могут быть, в общем, разделены на три группы:

1) Нагрузка при забивании – деревянные сваи могут размочаливаться на торце или раскалываться. При уменьшении скорости соприкосновения молота со сваей эти риски снижаются – т.е. предпочтительнее медленные, но тяжёлые молоты (при той же нагрузке).

2) Нагрузки при эксплуатации – сюда в основном входят деформации на изгиб за счёт неравномерности нагрузки, несимметричности самой сваи и действия боковых сил (например, волн или навала судов на причал), а также на сжатие и растяжение, возникающие из действия всех этих сил. Тесты показывают, что древесина лучше переносит комбинированные нагрузки на сжатие и изгиб, чем можно было бы предположить из простого суммирования этих нагрузок. Т.е. незначительные несимметричности в конструкционных материалах не слишком ослабляют его сопротивляемость.

Для амортизации ударных воздействий на причальные конструкции при навале судов также часто используют дерево, так как остальные конструкционные материалы (камень, в т.ч. бетон, и металл) имеют низкую способность к упругой деформации.

Настилы. Дерево часто используется для сооружения настилов пристаней, причалов, пирсов и причальных понтонов. Дренажное покрытие таких площадок достигается за счёт промежутков между досками. Наиболее обычное сечение досок для таких настилов – 25 мм в толщину и 75-125 мм в ширину. Риску гниения подвержены не только настилы, но все части пристани над уровнем воды. Поэтому при их сооружении надо принимать в расчёт, что на горизонтальных поверхностях может задерживаться вода, и во избежание этого надо всегда предусматривать возможность для её стока. Вода также задерживается между деревянными поверхностями на их стыках, и в таких местах также следует стремиться предотвращать гниение, используя обработанную или природно-стойкую древесину.

Причальные стенки. Дерево часто используется и для боковых причальных стенок. Основные требования к древесине в этом случае – вязкость: упругость, сжимаемость и стойкость к ударам, раскалыванию и к истиранию. Так как статических нагрузок эти элементы не несут, они могут быть состав-

ными, клееными и т.п. – размер не так важен, как в случае опорных конструкций. Требуемые длины могут достигать 9 м, а сечения – 75×300 мм, 150×200 мм и т.д. до 300×300 мм. Требуемая стойкость к раскалыванию и истиранию часто коррелирует с высокой свилеватостью, т.е. спутанностью древесных волокон.

Кроме того, дерево традиционно используется и для ворот в шлюзах и доках. Срок службы таких ворот при надлежащем выборе породы около 30 лет, но зависит от интенсивности механических контактов.

4.4. Использование отходов переработки древесины

При переработке образуется значительное количество отходов (горбыль, рейки, стружки, опилки и т.п.), составляющие 50–60% от массы заготавливаемой древесины. Эти отходы, а также неделовую древесину, превращают, используя хорошо освоенную технологию, в древесно-волоконистые плиты с ценными свойствами.

Древесноволокнистые отделочные плиты (ДВП) производят методом горячего прессования волокнистых материалов (древесные волокна, камыш и др.), пропитанных синтетическими смолами. Плиты имеют длину 1200–2700 мм, ширину 1200–1700 мм и толщину 3–6 мм. Они достаточно прочны и обладают высокими эксплуатационными свойствами, их применяют для облицовки стен в кухнях, санитарных узлах и др., а также для встроенной мебели, привлекательный внешний вид, цветовая гамма и фактура, легкость монтажа и обработки, небольшая стоимость высоко востребованы.

Древесно-стружечные отделочные плиты (ДСП) получают прессованием древесной стружки, смешанной с синтетическими смолами. Длина плиты 2500–3500мм, ширину 1250–1750мм и толщину 10–25мм. Лицевую поверхность плит покрывают лаками, эмалями и красками, а также облицовывают шпоном, фанерой, пластиком и др. (рисунок 4.7).



Рисунок 4.7 – Листовые материалы путем склеивания стружки

Высокие прочностные и декоративные свойства плит позволяют применять их для облицовки дверей, устройства перегородок, подвесных потолков и других элементов.

На основе магнезиальных вяжущих веществ изготавливают плиты **фибrolит** (с использованием древесных стружек) и **ксилолит** (с использованием древесных опилок). Фибролит относится к биостойким труднообрабатываемым материалам. Фибролит марки Ф-300 применяют в качестве теплоизоляционного материала, марки Ф-400 и Ф-500 – конструктивно-теплоизоляционного материала в помещениях с относительной влажностью воздуха не выше 75%. Размеры фибролитовых плит: длина 2400 и 3000 мм, ширина 600 и 1200 мм, толщина 30, 50, 75, 100 и 150 мм.

Кроме этого, широкое распространение в строительстве получил легкий бетон – **арболит**, изготавливаемый на минеральном вяжущем и заполнителях, получаемых из отходов деревообрабатывающего и сельскохозяйственного производств. В качестве органического заполнителя используется дробленка, получаемая измельчением отходов заготовки и обработки хвойных и лиственных древесных пород. Отделку наружной поверхности ограждающих конструкций из арболита производят слоем декоративного бетона или раствора на минеральных заполнителях.

Арболитовые теплоизоляционные изделия изготавливают из портландцемента и органического коротковолокнистого сырья (древесных опилок, дробленой станочной стружки или щепы, сечки соломы или камыша, костры и др.), обработанного раствором минерализатора. Химическими добавками служат: хлорид кальция, растворимое стекло, серноокислый глинозем. Применяют теплоизоляционный арболит плотностью до 500 кг/м³. Прочность арболита на сжатие 0,5 – 3,5 МПа, на растяжение при изгибе 0,4 – 1 МПа, теплопроводность 0,1 – 0,126 Вт/(м·°С).

Арболит и изделия из арболита менее энергоемкие по сравнению с другими видами легких бетонов и других теплоизоляционных материалов, имеют обширную сырьевую базу в виде древесных отходов, в связи, с чем не требуется создание карьеров и предприятий для производства искусственных пористых заполнителей.

Контрольные вопросы

1. Способы для повышения долговечности древесины.
2. Назовите основные древесные породы.
3. Качественные показатели древесных материалов.
4. Изделия из древесины.
4. Пороки древесины.
5. Защита древесины от гниения и насекомых.
6. Защита древесины от возгорания.
7. Дерево в гидротехническом строительстве.
8. Области применения в строительстве древесины, материалов на основе отходов переработки древесины.

Лекция 5. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ, ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И ГЕРМЕТИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

План лекции.

- 5.1. Теплоизоляционные материалы – классификация, виды и свойства.
- 5.2. Способы и средства водозащиты, классификация гидроизоляционных материалов.
- 5.3. Гидроизоляционные и кровельные рулонные материалы.
- 5.4. Герметизирующие и уплотняющие материалы.
- 5.5. Гидроизоляционные материалы в гидротехническом строительстве

5.1. Теплоизоляционные материалы – классификация, виды и свойства

Теплоизоляционные материалы современного производства отличаются качественными характеристиками, как правило, экологичны и обладают прекрасными эргономичными свойствами. Основное назначение теплоизоляционных материалов в зданиях и сооружениях – ограничивать количество передаваемого тепла от нагретой среды к холодной.

По составу исходного сырья различают:

Органические – это торф, древесное волокно, которые могут использоваться для утепления только с внутренней стороны и при исключении высокой влажности в помещении, так как они подвержены гниению. Помимо натуральных к органическим видам теплоизоляционных материалов можно отнести пенопласт, пенополистирол, пенополиэтилен. Они не боятся влажности, но не отличаются повышенной огнестойкостью.

Неорганические – минераловатные утеплители, пеностекло, ячеистые бетоны, базальтовое волокно. Чаще других используется минеральная вата и минераловатные плиты. Материал обладает огнестойкостью и высокой паропроницаемостью, для условий с повышенной влажностью, используют неорганические материалы с гидрофобизирующими добавками.

Смешанного типа – вермикулит, асбест, перлит и другие материалы из вспученных горных пород, которые отличаются высокой стоимостью и поэтому используется реже двух первых видов.

В условиях эксплуатации теплопроводность материалов зависит не только от плотности и пористости, а также от структуры, влажности, температуры окружающей среды, сжимаемости, теплоемкости, водопоглощения, сорбционной влажности, гидрофобности, паропроницаемости, водостойкости, морозостойкости, огнестойкости, негорючести, долговечности, биостойкости, возможности проведения монтажных работ вне зависимости от сезона.

По теплопроводности λ теплоизоляционные материалы делят на три класса: А – низкой (до 0,06 Вт/м К), Б – средней (0,06...0,115 Вт/м К) и В – повышенной теплопроводности (0,115...0,175 Вт/м К). А для упрощения восприятия показатель теплопроводности λ указывают в мВт/(м К) ((Вт/м К) 10–3). Например, индекс 35 показывает, что $\lambda = 0,035$ Вт/(м К).

По внешнему виду и форме: рыхлые (минеральная вата) и сыпучие (перлитовый песок); штучные (блоки, кирпичи, плиты), рулонные (маты) и шнуровые (жгуты).

По структуре и строению – мелкопористые ячеистые (как пена), волокнистые (как вата), зернистые (воздух находится в межзерновом пространстве) и пластинчатые (воздушные прослойки между листами материала).

В зависимости от жесткости при удельной нагрузке 0,002 МПа:

- мягкие (М) – сжимаемость по объему составляет более 30%;
- полужесткие (П) – сжимаемость 6...30%;
- жесткие (Ж) – сжимаемость до 6%;
- повышенной жесткости (ПЖ) – сжимаемость до 10%;
- твердые (Т) – сжимаемость до 10% при удельной нагрузке 0,1 МПа.

По горючести (СНиП 21-01-97) теплоизоляционные материалы подразделяются на негорючие (НГ), слабо горючие (Г1), умеренно горючие (Г2), нормально горючие (Г3) и сильно горючие (Г4).

Основные характеристики теплоизоляционных материалов:

Теплопроводность – количество теплоты, которое за 1 ч пройдет сквозь 1 м изолятора площадью 1 м², измеряется Вт. Показатель теплопроводности напрямую зависит от степени влажности поверхности, поскольку вода пропускает тепло лучше воздуха, то есть сырой материал со своими задачами не справится.

Пористость – доля пор во всеобщем объеме теплоизолятора. Поры могут быть открытыми и закрытыми, крупными и мелкими. При выборе важна равномерность их распределения и вид.

Водопоглощение – количество воды, которое может впитать и удержать в порах теплоизолятор при прямом контакте с влажной средой. Для улучшения этой характеристики материал подвергают гидрофобизации.

Плотность – соотношение массы и объема изделия, кг/м³.

Влажность – объем влаги в утеплителе. Сорбционная влажность указывает на равновесие гигроскопической влажности в условиях разных температурных показателей и относительной влажности воздуха.

Паропроницаемость – количество водяного пара, проходящее за один час через 1 м² утеплителя. Единица измерения пара – мг, а температура воздуха внутри и снаружи принимается за одинаковую.

Биостойкость – способность противостоять воздействию насекомых, микроорганизмов, грибков и в условиях повышенной влажности.

Прочность – параметр свидетельствует о том, какое влияние на изделие окажет транспортировка, хранение, укладка и эксплуатация. Хороший показатель находится в пределах от 0,2 до 2,5 МПа.

Огнеустойчивость – показатель, учитывающий все параметры пожарной безопасности: воспламеняемость материала, его горючесть, дымообразующая способность, а также степень токсичности продуктов горения. Так, чем дольше утеплитель противостоит пламени, тем выше его параметр огнеустойчивости.

Термоустойчивость – способность материала сопротивляться воздействию температуры, после достижения которой у материала изменятся характеристики, структура, а также уменьшится его прочность.

Удельная теплоемкость – количество теплоты, которое аккумулируется слоем теплоизоляции, кДж/(кг °С).

Морозоустойчивость – возможность материала переносить изменения температуры, замерзать и оттаивать без потери основных характеристик.

Наиболее распространены утеплители, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Типы и характеристики распространенных утеплителей

Характеристики	Стекловата	Каменная/ базальтовая вата	Пенополистирол	Экструдированный пенополистирол
				
Область применения	Фасад, стены, пол, плоская кровля, потолок	Фасад, стены, пол, плоская и скатная кровля	Фасад, стены, пол, потолок, плоская и скатная кровля	Фасад, стены, пол, потолок, плоская и скатная кровля
Исходное сырье	неорганическое	неорганическое	органическое	органическое
Структура	волокнистая	волокнистая	ячеистая	ячеистая
Форма	рыхлая, прессованная в маты	рыхлая, прессованная в маты	плоская	плоская
Горючесть	НГ	НГ	Г-3, Г-4	Г-3, Г-4
Водопоглощение	высокое	низкое	относительно низкое	низкое
Потеря объема и формы	высокая	низкая	низкая	низкая
Стойкость к биоорганизмам	высокая	высокая	низкая	высокая
Способность «дышать»	пропускает воздух и пар	пропускает воздух и пар	не пропускает воздух и пар	не пропускает воздух и пар
Влияние на здоровье	вредное	безвредное	безвредное	безвредное

Другие виды утеплителей их свойства и характеристики.

Арболитовый утеплитель – сравнительно новый строительный материал производится из мелких опилок, стружки, нарезанной соломы или камыша. В основу добавляют цемент и химические добавки – хлористый кальций, сернокислый глинозем и растворимое стекло. На последнем этапе производства изделия обрабатывают минерализатором.

Характеристики арболита:

- плотность 500–700 кг/м³;
- коэффициент теплопроводности 0,08–0,12 Вт/м °С;
- предел прочности на сжатие 0,5–3,5 МПа;
- предел прочности на изгиб 0,4–1,0 МПа.

Пено поливинилхлоридный утеплитель (ППВХ) состоит из поливинилхлоридных смол, которые после поризации приобретают особую пенистую

структуру. Так как этот материал может быть как твердым, так и мягким, то он является универсальным теплоизолятором. Существуют различные типы утеплителей для стен, кровли, фасада, пола и входных дверей, изготовленных из ППВХ. Среднее значение плотности данного материала $0,1 \text{ кг/м}^3$.

Утеплитель из ДСП – древесностружечные плиты в основе своей имеют мелкую стружку, которая составляет 90% всего объема материала. Остальное – синтетические смолы, антисептическое вещество, антипен, гидрофобизатор.

ДСП имеет следующие характеристики:

- плотность $500 - 1000 \text{ кг/м}^3$;
- предел прочности на растяжение $0,2 - 0,5 \text{ МПа}$;
- предел прочности на изгиб $10 - 25 \text{ МПа}$;
- влажность $5 - 12\%$;
- впитывание материалом воды $5 - 30\%$.

Утеплитель из ДВИП – древесноволокнистая изоляционная плита составом напоминает ДСП. В основе находятся древесные отходы, обрезки стеблей соломы и кукурузы, старая бумага. Для связывания основы применяются синтетические смолы.



Добавками являются антисептики, антипирены и гидрофобизирующие вещества.

Характеристики ДВИП:

- плотность – не более 250 кг/м^3 ;
- предел прочности на изгиб – не более 12 МПа ;
- коэффициент теплопроводности – до $0,07 \text{ Вт/м}^0\text{С}$.

Пенополиуретановый утеплитель (ППУ) имеет в своей основе полиэфир с добавлением воды, эмульгаторов и диизоцианата. Под воздействием катализатора все эти компоненты вступают в химическую реакцию, образуя новое вещество. Оно имеет хороший уровень поглощения шума, химически пассивно, не боится влаги. Кроме того, ППУ – отличный теплоизолятор. Так как его наносят методом напыления, то имеется возможность обрабатывать стены и потолок сложной конфигурации. При этом мостики холода не появляются.



Характеристики пенополиуретана:

- плотность от 40 до 80 кг/м^3 . При достижении плотности 50 кг/м^3 ППУ становится влагостойким;
- коэффициент теплопроводности $0,019 - 0,028 \text{ Вт/м}^0\text{С}$. Это значение – лучшее из всех современных теплоизоляционных материалов.

Мипора (пеноизол). Если взбить мочевино-формальдегидную смолу, точнее, ее водную эмульсию, получится мипора. Чтобы материал не был

хрупким, в сырье добавляют глицерин, а для образования пены сульфокислоты, полученные из нефти. Катализатором, который способствует затвердеванию массы, служит органическая кислота. Мипору выпускают как в виде крошки, так и блоками. Если она поставляется в жидком виде, то ее при строительстве заливают в специальные полости. Там при комнатной температуре она становится твердой.

Характеристики мипоры:

– плотность – не более 20 кг/м³. По сравнению с пробкой этот показатель меньше примерно в 10 раз.

– коэффициент теплопроводности – порядка 0,03 Вт/м °С.

– температура возгорания – более 500⁰ С. Если температура ниже этого значения, то данный материал не горит, а лишь подвергается обугливанию.

Недостатками мипоры являются беззащитность перед воздействием агрессивных химических веществ, а также сильное поглощение воды.

Утеплитель из вспененного полиэтилена. Если в полиэтилен в процессе изготовления добавить пенообразующее вещество (один из видов углеводородов), то получается материал с многочисленными мелкими порами внутри. Он имеет хорошие пароизоляционные свойства, а также отлично защищает от внешних шумов.



Свойства вспененного полиэтилена:

– плотность от 25 до 50 кг/м³;

– коэффициент теплопроводности от 0,044 до 0,051 Вт/м °С;

– температурный диапазон применения – от –40 до +100⁰ С;

– поглощение влаги – низкое;

– химическая и биологическая пассивность – высокие.

Вспененный полиэтилен в рулонах, часто производят специальной формы для утепления труб.

Фибролит. Основа – узкие и тонкие древесные стружки, которые еще называют древесной шерстью, добавляя для связывания цемент или магниевый компонент, получают фибролит, который выпускается в виде плит. Материал не боится химических и биологических агрессивных воздействий, неплохо защищает от шума, а также может использоваться в помещениях с высокой влажностью, например, бассейны.

Характеристики фибролита:

– плотность от 300 до 500 кг/м³;

– коэффициент теплопроводности от 0,08 до 0,1 Вт/м °С;

– огнестойкость – высокая.

Сотопластовый утеплитель. Как правило, данный материал состоит из ячеек шестигранной формы, напоминающих соты – отсюда и название. Впрочем, бывают виды сотопласта, где форма ячеек отлична от шестигранника. Наполнителем служит специальная ткань или бумага на основе углеродных, целлюлозных, органических или стеклянных волокон, покрытых

пленкой. Связаны эти волокна с помощью термоактивных смол – фенольных или эпоксидных. Внешние стороны сотопластовых панелей представляют собой тонкие листы слоистого пластика.

Характеристики сотопласта зависят от того, какое сырье является основой данного материала. Немалую роль играют и размер ячеек, и количество смолы, используемое для связывания основы.

Эковата – материал из отходов бумажно-картонного производства. Используются отходы, остающиеся при изготовлении ящиков из гофрированного картона, бракованные книги, газеты и журналы, отходы картонного производства, используется, и макулатура, однако это снижает качество. Так как загрязняется такой материал быстрее, а также отличается разносортностью и неоднородностью.



Характеристики эковаты:

– звукоизоляция – очень высокая. Слой данного материала всего в 15 мм способен поглощать до 9 дБ посторонних шумов.

– теплоизоляционная способность – очень высокая, однако со временем она снижается, т.к. эковата теряет до одной пятой своего объема.

– впитывание влаги – высокое от 9 до 15%

– отсутствие швов при укладывании способом сплошного напыления – несомненный плюс.

Керамическая вата. В качестве основы этот материал имеет окись алюминия, циркония или кремния. Изготавливается методом раздува либо на центрифуге. Керамическая вата весьма стойка к высоким температурам – более, чем минеральная вата. Не боится химически агрессивных веществ, а также практически не деформируется.



Характеристики керамоваты:

– температурная стойкость – более 1000°C , при нагревании свыше 100°C градусов материал становится электроизолятором.

– коэффициент теплопроводности (при $+600^{\circ}\text{C}$) – $0,13 - 0,16 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$;

– плотность – не более 350 кг/м^3 .

Теплоизоляторы смешанного типа. Смешанные утеплители делаются из асбестовых смесей, в которые добавлены слюда, доломит, перлит или диатомит, а также минеральные составляющие, служащие для связывания основы. Исходное сырье имеет консистенцию негустого теста. Пока оно еще не затвердело, его наносят на нужное место и ждут высыхания. Изготавливают из этого материала и формовочные изделия: плиты и скорлупы.

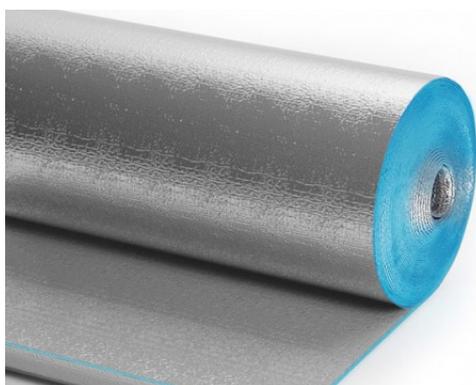
Термостойкость утеплителей данного типа – высокая. Утеплители на

основе асбеста легко выдерживают и 900°C . Правда, их многочисленные поры слишком хорошо впитывают влагу, поэтому требуют гидроизоляции. Асбестовая пыль опасна для человека, поэтому строгое соблюдение санитарных норм при использовании таких утеплителей необходимо. Чаще всего используются следующие асбестовые теплоизоляторы: совелит и вулканит. Их теплопроводность имеет значение от $0,2\text{ вт/м}^{\circ}\text{C}$.

Теплоизоляция отражающего типа. Утеплители, называемые рефлекторными, или отражающими, работают по принципу замедления движения тепла. Каждый строительный материал обладает способностью поглощать тепло, а затем излучать. Как известно, теплотери возникают в основном за счет выхода из здания инфракрасных лучей. Они легко пронизывают даже материалы, теплопроводность которых низкая.

Использование, таких материалов на полиэтиленовой основе позволяет получить отличный теплоизолятор, который одновременно служит и пароизолятором.

Отражающий утеплитель на сегодняшний день – это полированный алюминий (один или два слоя) по вспененному полиэтилену (один слой) – пенофол.



Пенофол выпускается трех типов: тип А – с односторонним фольгированием; тип В – с двухсторонним фольгированием; тип С – одностороннее фольгирование с самоклеющимся слоем. Материал толщиной в пределах от 10 до 25 мм обеспечивает эффект подобный использованию волокнистого теплоизолятора от 100 до 270 мм толщиной.

5.2. Способы и средства водозащиты, классификация гидроизоляционных материалов

Преждевременное разрушение зданий и сооружений может быть вызвано намоканием элементов конструкций в результате попадания на них влаги в виде осадков, контакта с грунтовыми водами, в результате конденсации влаги в материале стены из-за разницы температур снаружи и внутри зданий при эксплуатации. В силу своего назначения конструкции, прежде всего гидротехнические, работают в сложных гидрогеологических условиях.

Элементы зданий и сооружений, находящиеся под воздействием влаги становятся причиной развития грибков, плесени и бактерий на фундаментах и подземных частях зданий, а также угрозой возникновения протечек. Пористая структура большинства строительных материалов и конструкций довольно хорошо пропускает воду, которая заполняет поры влагой, замерзая зимой, расширяется и разрушает материал подземной части сооружения на всю глубину намокания, что является одной из основных причин разрушения фундаментов и других конструктивных элементов, не обработанных гидроизолирующими материалами. Поэтому важно знать условия эксплуатации

сооружения при выборе способа гидроизоляции, состояние конструктивных элементов, пористость и прочность материалов, гидрогеологическую обстановку и изменения температурно-влажностного режима. Эти факторы считаются основными при выборе защитных составов с определенными характеристиками.

Для оптимального выбора гидроизоляционного материала необходимо руководствоваться общими подходами, которые заключаются в:

- определении типа гидроизоляции и изолируемой конструкции (подземная или надземная; кровля, стены, пол, перекрытие, фундамент и т.д.);
- определении климатических условий эксплуатации сооружения;
- наличии старого гидроизоляционного слоя, его вида;
- планировании срока службы защитного слоя до следующего ремонта;
- определении вида гидроизоляции (внешняя, внутренняя, проникающая);
- оценке существующих и предполагаемых нагрузок на изолированную конструкцию.

На выбор гидроизоляционного материала оказывают влияние такие его свойства, как паропроницаемость, прочность, морозостойкость, долговечность, экологичность, горючесть и водонепроницаемость.

Область применения гидроизоляционных материалов весьма обширна. Они не только предохраняют защищаемую поверхность от контакта с водной средой, но и благоприятствуют паро- и газоизоляции, повышают коррозионную стойкость конструкционных материалов. При выборе гидрозащиты нельзя не учитывать тот факт, что сам защитный материал в период эксплуатации конструкции подвергается разнообразным внешним и внутренним воздействиям (ультрафиолетовые лучи, переменная температура, кислород и озон воздуха, ветер, осадки в виде дождя и снега, микроорганизмы, агрессивные жидкие среды и газы, загрязняющие механические наносы, силовые напряжения, тепло- и массоперенос, влажностный градиент, диффузионные перемещения, химически активные реагенты, усадочные явления).

При всем многообразии гидроизоляционных материалов и изделий, их качество регламентируется определенными стандартами – ГОСТами. Техническими условиями (ТУ) и другими нормативными документами, являющимися обязательными к использованию.

К гидроизоляционным материалам практически относятся и кровельные, та их часть, которая используется для гидроизоляционных работ. Кровля является разновидностью гидроизоляционного покрытия самой ответственной части здания.

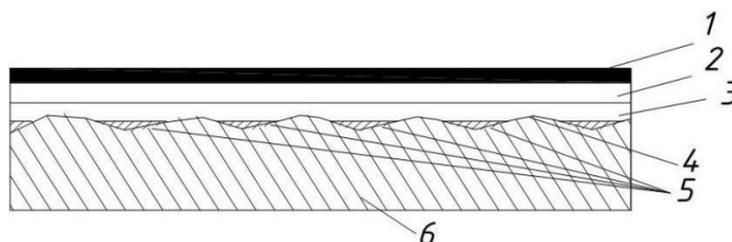
Структура гидроизоляционного покрытия включает слои материалов, которые выполняют определенные функции (рисунок 5.1):

- грунтовочные (грунтовка), наносимые первым слоем на обрабатываемую поверхность с целью заполнения поверхностных пор и дефектов, а также для повышения сцепления последующего слоя с основанием;
- подмазочные (затирочные), предназначенные для выравнивания углублений и других местных дефектов на поверхности конструкции;

– шпаклевочные, окончательно выравнивают поверхность, придавая ей однородность перед нанесением покровного изолирующего слоя;

– изоляционные предназначены обеспечить отделение (изоляция) конструкции от контакта с пароводяной средой;

– покровные применяют с целью защиты основной гидроизоляции от влияния внешних сред или для придания наружной поверхности дополнительной гидрофобности, глянцеvitости или зеркального блеска.



1 – покровный слой; 2 – слой изоляционного материала; 3 – шпаклевка;
4 – грунтовка; 5 – подмазка или затирка; 6 – основание

Рисунок 5.1 – Структура гидроизоляционного покрытия

При широкой области использования и обширной номенклатуре гидроизоляционные материалы различают по группам, отражающим основные признаки.

По физическому состоянию и внешнему виду в период использования. Внешний вид жидких и пластичновязких материалов характеризуется отсутствием определенной формы их массы. Материал используется в виде эмульсии, пасты, раствора, мастики и другого, тогда как внешний вид упруговязких и твердых материалов имеет вполне определенную форму – полотно, пленка, плита и пр.

По применяемому основному сырью разделяются на органические, неорганические и комбинированные (смешанные) с дальнейшей детализацией и типизацией материалов (битумные, дегтевые и т. п.).

По производственному назначению – пропиточные, инъекционные, обмазочные, оклеечные, герметизирующие, монтажные, насыпные.

Так, некоторые материалы можно разделить по степени гидроизолирующей способности, например, по водонепроницаемости, используют деление гидроизоляционных материалов *по виду вяжущих веществ и их смесей* на битумные, дегтевые, дегтебитумные, полимерные, битумно-полимерные, резинобитумные; *по выполняемым функциям* – на кровельные, гидроизоляционные, пароизоляционные и герметизирующие материалы.

Однако более полной является комбинированная классификация гидроизоляционных материалов, в которой различные классификационные признаки учитываются в их совокупности.

При комбинированном подходе классификации гидроизоляционные материалы по физическому состоянию в период их применения разделены на жидкие, пластично-вязкие, упруговязкие и твердые (рисунок 5.2).



Рисунок 5.2 – Комбинированная классификация гидроизоляционных материалов

Жидкие материалы делятся на пропиточные, инъекционные, пленкообразующие и грунтовочные; применяемые в горячем, теплом или холодном состояниях.

Пластично-вязкие материалы разделяются на обмазочные, обмазочно-уплотняющие, приклеиваемые и шпатлевочные; применяемые в горячем, теплом или холодном состояниях. Причем обмазочные материалы, в свою очередь, делятся на мастики, пасты, а обмазочно-уплотняющие – на изоляционные растворы и пластичные бетоны. Гидроизоляционные материалы разделены на строительные растворы и бетоны. Приклеиваемые гидроизоляционные материалы делятся на клеевые мастики и клеи.

Упруго-вязкие и твердые материалы могут быть объединены. Их применяют в основном в холодном состоянии и делят на рулонные, пленочные и штучные. Причем в группе рулонных различают безосновные и основные; в основных имеется ряд рулонных материалов, применяемых с подогревом или без подогрева поверхностного слоя.

Продление срока службы строительных конструкций посредством гидроизоляционной защиты на сегодняшний день – одно из актуальных направлений строительных технологий. Только полный учет конкретных эксплуатационных условий, в которых находятся эти материалы, может гарантировать долговечность конструкционных материалов. Вода относится к одному из наиболее распространенных и агрессивных факторов, воздействующих на материалы в период эксплуатации зданий и инженерных сооружений. Она способствует снижению прочностных свойств большинства материалов, развитию коррозионных процессов в металлах и бетонах, загниванию древесины, появлению трещин и плесени, сырости, обрушению штукатурных слоев в помещениях, недостаточно защищенных от сырости. Поэтому гидроизоляция конструкций необходима особенно, если ожидается длительный или часто повторяющийся (периодический) контакт конструкций с влажной средой.

5.3. Гидроизоляционные и кровельные рулонные материалы

Рулонные гидроизоляционные и кровельные материалы легки, водонепроницаемы, погодоустойчивы, обладают малой теплопроводностью, стойки к действию агрессивных веществ – кислот, щелочей и промышленных газов. Они незаменимы для кровель промышленных зданий, удобны для устройства плоских кровель, их широко применяют для покрытия жилых и общественных зданий.

Однако мягкие кровельные материалы имеют и существенные недостатки: меньшую долговечность (особенно на основе дегтевых вяжущих) по сравнению с асбестоцементными или черепицей, необходимость хорошо подготовленной сплошной опалубки кровли и сгораемость. Некоторое увеличение огнестойкости придает минеральная посыпка, тем не менее, они наименее огнестойки из всех современных кровельных материалов.

Рубероид – кровельный и гидроизоляционный материал, полученный путем пропитки кровельного картона нефтяным битумом с последующим покрытием с одной или двух сторон тугоплавким битумом.

Для улучшения качества рубероида в битум покровного слоя иногда вводят наполнитель в виде тонкодисперсного порошка (известняк, доломит, тальк и др.). С целью повышения атмосферостойкости рубероида, предотвращения слипания рулона и придания поверхности декоративного внешнего вида на лицевой поверхности наносят минеральную посыпку из минеральных материалов: слюды, талька, асбеста, цветных минеральных порошков и др.

По назначению рубероид подразделяют на кровельный и подкладочный (гидроизоляционный), по разновидности посыпочно-го материала – с крупнозернистой, чешуйчатой и пылевидной посыпкой. Рубероид подразделяется на марки с обозначениями: Р – означает рубероид; К и П – кровельный или подкладочный материал; третьи буквы К, П и Ч – указывают на разновидность посыпки: крупнозернистая, пылевидная или чешуйчатая. Рубероид марок РКК, РКЧ применяют для верхнего слоя кровель, как на горячей, так и на холодной мастике, а рубероид марок РПК и РПП – для подкладочных сло-

ев кровельного ковра. Выпускают в рулонах по ширине полотна кровельного картона 1000, 1025 и 1050 мм с площадью полотна рулона $10 \pm 0,5$ или 20м^2 .

В семейство рубероидных материалов также входят: **рубероид кровельный наплавляемый** – укладывают путем подплавления утолщенного нижнего покровного слоя горелками (горячий способ) или пластификацией этого слоя растворителем (холодный способ); **рубемаст** – это более совершенная форма рубероида, пластификаторы, входящие в состав мастики, продляют срок службы покрытия до 15 лет против 5 лет рубероида; **перфорированный рубероид** в отличие от обычного имеет в картоне отверстие диаметром 20мм (перфорация), расположенные в шахматном порядке на расстоянии 100мм друг от друга; **стеклорубероид** – относится условно к третьему поколению, отличаясь от двух первых своей не гнущей основой. А также материалы на основе пропитки кровельного картона такие как: **толь кровельный, пергамин, толь беспокровный (толь-кожа)**.

Гидростеклоизол – кровельный и подкладочный материал, состоящий из стекловолокон, обработанных с обеих сторон битумным вяжущим веществом. Кровельный материал применяют для устройства плоских кровель зданий, а подкладочный используют в качестве гидроизоляции пролетных строений мостов, тоннелей, метрополитенов и т.п.

Стеклоизол изготавливают путем покрытия стеклохолста резино-битумной мастикой. При замене стеклохолста стеклосеткой получают гидроизоляционный материал – **стеклобит**.

Армобитэп – материал, получаемый на основе стеклохолста, стеклоткани или стеклосетки, с утолщенной покровной массой из битумно-каучуковых мастик. Этот материал отличается высокой температуростойкостью, морозо- и водостойкостью и достаточной гибкостью.

Металлоизол представляет собой гидроизоляционный материал, получаемый на основе отожженной алюминиевой фольги, покрытой с обеих сторон нефтяным битумом марки БН – 90/10. Металлоизол выпускается лентой шириной до 460 мм, длиной до 20м, при толщине фольги 0,2–0,5 мм.

Фольгоизол – материал, состоящий из тонкой рифленой или гладкой алюминиевой фольги, покрытой с одной стороны резино-битумным или полимерно-битумным вяжущим веществом, смешанным с каким-либо минеральным наполнителем и антисептиком. Применяют для устройства верхнего слоя кровли и для гидроизоляционных работ. Этот материал отличается долговечностью и не требует ухода при эксплуатации, а также имеет высокую прочность при разрыве, обладает гибкостью и водонепроницаемостью.

Фольгобитэп – гидроизоляционный материал, состоящий из тонкой рифленой фольги, покрытой с обеих сторон битумно-полимерным вяжущим в смеси с минеральными наполнителями и антисептиком. Используется для производства кровельных и гидроизоляционных работ. На рынке имеются мембраны под наименованием – днепрофлекс, филизол, изопласт и др.

Гидроизол – беспокровный гидроизоляционный материал, изготавливаемый путем пропитки асбестового или асбестоцеллюлозного картона нефтяным битумом с температурой размягчения по "КиШ" не ниже $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Отличается

значительной гнилостойкостью и долговечностью. Применяется для оклеечной гидроизоляции подземных сооружений, гидроизоляции плоских кровель, а также для устройства противокоррозионного покрытия металлических трубопроводов. Выпускают двух марок: ГИ-Г и ГИ-К, первый имеет лучшие показатели по прочности, водопоглощению и водонепроницаемости.

Изол – кровельный и гидроизоляционный безопасный материал с микронконгломератным типом структуры. Получают на вальцах и каландрах путем прокатывания смеси резино-битумного связующего вещества, измельченного асбестового волокна, антисептика, пластификатора и других добавок, толщиной 1,8-2,0 мм. По техническим свойствам значительно превосходит материалы на основе кровельного картона. Обладает хорошей гибкостью при отрицательных температурах, прочностью при растяжении до 0,4 МПа, малым водопоглощением, достаточной гнилостойкостью и долговечностью. Рулонный изол применяют для оклеечной гидроизоляции подвалов, фундаментов, тоннелей, бассейнов, мостов и других конструкций зданий и сооружений, антикоррозионной защиты трубопроводов, устройства кровель и т.п.

Бризол – изоляционный материал, по структуре сходный с изолом, изготавливаемый путем прокатывания на каландрах битумно-резиновой массы, состоящей из смеси нефтяного битума, дробленой резины, асбестового волокна и пластификатора. Особенностью бризола является повышенная стойкость к воде и некоторым агрессивным средам, обладает повышенной гнилостойкостью, морозостойкостью, значительной погодоустойчивостью и эластичностью. Применяют бризол для антикоррозионной защиты металлических трубопроводов, а также для гидроизоляции подземных сооружений.

"Биогимас" – перспективный рулонный бесосновный материал, производимый из смеси гудрокам-битума и асбеста 6-го или 7-го сорта. Он обладает высокой биостойкостью, используется для гидроизоляции подземных сооружений (тоннели, гидроизоляции трубопроводов, оклеечная гидроизоляция, плоские кровли и т.п.).

Битумно-полимерный материал – высококачественный гидроизоляционный материал, получаемый путем смешивания нефтяного битума БН – 70/30 или БН – 90/10, полиизобутилена и фенолоформальдегидного полимера с последующей минеральной насыпкой. Выпускается в рулонах, используется в строительстве для устройства гидроизоляции, пароизоляции и многослойных кровельных ковров.

Саратмаст и саратэласт – битумные материалы на основе стеклоткани, толщина материалов – 4–4,5 мм, более приспособлены для использования в жарком климате. Температура размягчения битума доведена до 95–100⁰С (саратмаст) и 115–120⁰С (саратэласт). Саратмаст можно укладывать при температуре до –15⁰С, а саратэласт – до –25⁰С. Применяются при устройстве кровельного ковра зданий и сооружений, а также гидроизоляции различных конструкций. Работы по укладке требуют в 2 раза меньше затрат, чем при укладке традиционной мягкой кровли, экономны и полностью безопасны в использовании. Срок службы кровли на их основе – до 25 лет, в то время как из рубероида обычно не превышает 3–4 года.

Айситекс – СБС – модифицированный битумно-полимерный рулонный кровельный и гидроизоляционный материал. Сочетает в себе свойства негниющих основ и качественного СБС (полимерно-битумного состава). Поверхность материала обработана крупнозернистой посыпкой и пленкой, может использоваться во всех климатических условиях. Срок службы 15 – 20 лет. Применяется при устройстве новой и ремонте старой кровли; при гидроизоляции фундаментов, подвалов, подземных сооружений, тоннелей.

Бирепласт – АПП – модифицированный материал, полученный путем непрерывного двустороннего нанесения на стеклоткань расплавленной битумной массы. Материал обладает пластичностью, морозо- теплоустойчивостью за счет специальных добавок. Срок эксплуатации до 15 лет. Материал применяется при устройстве новой и ремонте старой кровли; при гидроизоляции фундаментов, перекрытий зданий, мостов, тоннелей.

Кровельные битумные листы изготавливают путем пропитки плотной картонной основы битумом и нанесения покровного слоя, состоящего из тугоплавкого битума с 30 % наполнителя. Температура размягчения пропиточного битума по "КиШ" должна быть не менее 60 °С. В соответствии с массой 1 м² картона (г) листы выпускают двух марок: ЛБ-500 и ЛБ-650 с крупнозернистой цветной посыпкой. Производят как прямоугольной, так и шестигранной формы на рубероидном агрегате. Их укладывают в верхние слои кровли.

Плиты гидроизоляционные (асфальтовые) могут быть армированные и неармированные. Неармированные изготавливают прессованием горячей асфальтобетонной массы в изделие заданных размеров (100×60×2) см. Армированные получают путем прессования асфальтобетонной массы с предварительно покрытой битумом, стеклотканью или металлической сеткой размером (200-120)×(75-120)×(2-4) см. Асфальтовые плиты иногда применяют для устройства оклеечной гидроизоляции и заполнения деформационных швов.

Гидрофобный газоасфальт – материал, изготавливаемый из битумно-известковой пасты с добавлением 10–50 % по массе портландцемента и газообразователя (алюминиевая пудра). Используют для кровельных панелей и теплогидроизоляции трубопроводов.

Гидроизоляционные камни могут быть получены путем пропитки штучных изделий из пористых материалов (кирпич, бетон, туф, опоки, мел и т.п.) битумом, дегтем, петролатумом и другими органическими гидрофобизирующими веществами. Легче других получать кирпичи (глиняный или силикатный), пропитанные битумом при температуре 180–200°С на глубину 10-20 мм. Применяют для устройства гидроизоляции в виде кладки и футеровки на цементном или асфальтовом растворе.

5.4. Герметизирующие и уплотняющие материалы

Герметизирующие (герметики) и уплотняющие материалы (ГОСТ 25621) предназначены для заполнения и уплотнения мест сопряжений различных конструктивных элементов зданий и сооружений, строительных конструкций с целью защиты их от проникновения влаги, воздуха и агрессивных

сред. Они должны обеспечивать также монолитность конструкций, восприятие и локализацию возникающих в процессе эксплуатации деформаций.

Герметизирующие и уплотняющие материалы могут быть представлены в виде *мастик* или *паст*, *пленок*, *пористых эластичных прокладок* и *профилированных изделий*. В зависимости от назначения и выполняемых в соединении функций их условно подразделяют на *водозащитные*, *воздухозащитные*, *водо- и воздухозащитные* и др. Различают также герметики для *внутренних* и *наружных работ*.

По характеру перехода в рабочее состояние (технологическим признакам) пастообразные герметики подразделяют:

на *отверждающиеся*:

– химически отверждаемые – переходят в рабочее состояние с образованием пространственных химических структурных связей (силиконовые, модифицированные силаны, полиуретановые, фторсодержащие каучуки);

– физически отверждаемые (высыхающие) – переходят в рабочее состояние за счет удаления входящих в их состав растворителей (акриловые, битумные и композитные);

неотверждающиеся (консистенция их после изготовления и в процессе эксплуатации практически не изменяется).

По упругим свойствам различают:

– эластичные – способные восстанавливать первоначальную форму после снятия нагрузки, т.е. с отсутствующим или сравнительно малым остаточным удлинением. Модуль упругости их при 100%-м растяжении (E100) составляет 0,3...0,4 МПа. Они обладают упругостью (упругим восстановлением) свыше 70% и допускаемой общей деформацией свыше 20%;

– пластичные – не обладающие упругостью или в пределах 20% и допускаемой общей деформацией до 5%. Модуль упругости их при 100%-м растяжении составляет 0,02 МПа;

– пластоэластичные – способные к частичному восстановлению первоначальной формы после снятия нагрузки. Модуль упругости находится в пределах 0,05...0,15 МПа.

В зависимости от упругих свойств и допустимой общей деформации (7,5...25%) герметики подразделяются на классы: 25LM; 25HM; 20LM; 20HM; 12,5E; 12,5P; 7,5P. Числа означают амплитуду допустимых смещений герметизируемого шва, буквы – упругие свойства герметика (LM и HM соответственно с низким и высоким модулями упругости, E и P соответственно – упругие и пластичные). Герметики классов 20, 25 и 12,5E называют упругими, а классов 12,5P и 7,5P – пластичными.

Погонажные герметизирующие и уплотнительные изделия (ленточные и профильные) классифицируют по способу установки (укладки) в стык – *устанавливаемые насухо*, *приклеиваемые* специальными мастиками и *самоклеющиеся*, по структуре – *плотные* и *пористые*.

По полимерной основе – различают герметики *полисульфидные* (тиоколовые), *полиуретановые*, *кремнийорганические* (силоксановые, силиконовые), *бутилкаучуковые*, *полиизобутиленовые*, *этиленпропиленовые*, *акрило-*

вые и др. По количеству компонентов они могут быть *однокомпонентные*, или *одноупаковочные*, содержащие в одной упаковке многокомпонентные полимерные композиции готовые к употреблению, и *многокомпонентные* – требующие, как правило, перед нанесением точного дозирования и тщательного перемешивания. Что касается терминов «однокомпонентные» и «одноупаковочные», то правильнее употреблять термин «одноупаковочные составы», которые могут содержать в одной упаковке многокомпонентные полимерные композиции.

В соответствии с действующими нормативными документами все герметизирующие и уплотняющие материалы должны отвечать основным требованиям, определяемым условиями работы герметизируемой конструкции:

- полностью предохранять места сопряжения от влаги и агрессивной среды;
- не допускать фильтрации воздуха сверх количества, предусмотренного нормативными документами;
- сохранять свои герметизирующие свойства независимо от атмосферных воздействий в различных климатических зонах;
- иметь хорошую адгезию с материалом, из которого изготовлена конструкция, подлежащая герметизации;
- длительное время не подвергаться старению и не выделять токсичных продуктов при производстве работ и в процессе эксплуатации (не менее 15...20 лет).

Основными качественными характеристиками для всех видов герметиков являются:

- *температура* технологическая – нанесения и эксплуатации;
- *эластичность* – относительное удлинение при разрыве, в том числе при повышенных и пониженных температурах (не менее 200...300%), и модуль упругости (эластичности) при 100%-м растяжении (E100). Чем меньше модуль, тем более эластичен уплотняющий материал;
- *прочность на разрыв* (не менее 0,2 МПа);
- *адгезия* к различным поверхностям;
- *устойчивость* к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды (долговременное атмосферное воздействие, солнечное ультрафиолетовое излучение, повышенная влажность, воздействие плесени и др.);
- *жизнеспособность* – период времени после смешивания многокомпонентной массы, в течение которого она может быть уложена в стык при определенной температуре (2–24 ч). Выпускаемые типы герметиков имеют интервалы рабочих температур, как правило, –60 °С... +80 °С, относительное удлинение при разрыве – 150...1000%, рабочие деформации – 15...50%.

5.5. Гидроизоляционные материалы в гидротехническом строительстве

Решение проблем гидроизоляции сооружений в наиболее полном объеме предполагает комплексный подход, связанный с выбором метода строи-

тельства, техники, технологии, материалов, строительных конструкций.

Гидроизоляция тоннелей. В тоннелях вода часто поступает из горных пород, как в своде, так и в донной части. Чем ближе тоннельный вход к воде, тем выше риск, что она замерзнет с образованием значительных наледей и стать причиной проблем с безопасностью. Защита транспортных тоннелей от действия мороза означает, что свод тоннеля, дорожное полотно и дренаж имеют защиту от действия воды и холода (рисунок 5.3).

Использование экструзионного пенополистирола позволяет обеспечить стойкость к промерзанию и оттаиванию и высокую прочность на сжатие, которые сохраняются в течение расчетного срока службы тоннеля.



Рисунок 5.3 – Гидроизоляция тоннеля

Гидроизоляция водопровода и канализации. Водопроводная сеть для бесперебойной работы должна быть оборудована защитой от промерзания. Изолирующий материал для водопровода и канализации должен сохранять свои свойства в течение всего срока службы труб (50–100 лет) и выдерживать все свойственные для этих сооружений нагрузки.

Снижение глубины прокладки труб приводит к гораздо меньшим оседаниям почвы в будущем, что чаще всего ведет к повреждениям, которые должны устраняться. Влияние на растительность и природу вследствие повреждений при рытье котлованов сводится к минимуму, равно как и риск воздействия на грунтовые воды в будущем. Расходы на эксплуатацию и ремонт могут оказаться ниже за счет более простого доступа к трубопроводам. Упрощается согласование с системами кабельной проводки и централизованного снабжения горячей водой, которые в настоящее время могут находиться в одной траншее.

Бентонитовый гидроизоляционный барьер надежный вид гидроизоляции для защиты подземного пространства зданий и сооружений от грунтовых вод производится из материалов на основе высокоактивной глины (натриевого бентонита).

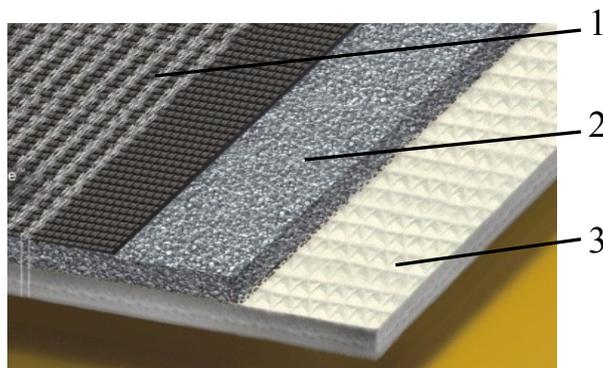
Натриевый бентонит является одной из разновидностей монтмориллоновых глин природного происхождения. Благодаря особенностям строения кристаллической решетки он имеет свойство при полной гидратации разбу-

хоть и увеличиваться в объеме в 14–16 раз. При ограничении пространства для свободного разбухания в присутствии воды в структуре бентонита создается напряженное состояние, что приводит к значительному снижению водопроницаемости материала.

Бентонитовая глина как природный минеральный материал образуется из вулканического пепла. В сухом состоянии бентонитовая глина представляет собой порошок серого цвета, похожий на цемент или муку, состоит в основном из монтмориллонита, тонкодисперсного алюмосиликатного коллоидного глинистого минерала, достигающего 80...85 %. Остальное – естественные примеси, например, вулканический пепел.

Для гидроизоляционных целей используется натриевый бентонит, имеющий наибольшее набухание при гидратации и обеспечивающий наилучшие гидроизолирующие свойства материала.

Бентонитовые маты представляют собой рулонный гидроизоляционный материал из слоев синтетического полотна (тканого и нетканого) на основе полипропиленовых волокон, между которыми расположен слой гранулированного натриевого бентонита (бентонитовой глины) из расчета 3,5...5,0 кг/м². Тканое и нетканое полотна соединены между собой иглопробивным способом поперечными волокнами. При таком устройстве гранулы бентонита находятся в ограниченном замкнутом пространстве между тканым и нетканым синтетическими полотнами (рисунок 5.4).



1 – слой синтетического тканого полотна; 2 – слой бентонитовой глины;
3 – слой синтетического нетканого полотна

Рисунок 5.4 – Структура бентонитовых матов

При гидратации в присутствии воды гранулы бентонитовой глины набухают, образуя в замкнутом пространстве между слоями синтетического полотна сплошной непрерывный слой плотного бентонитового геля высокой водонепроницаемости, находящегося под давлением до 0,2 кПа, обеспечивая бентонитовому мату максимально возможную гидроизолирующую способность.

При длительном отсутствии грунтовой воды бентонитовая глина в мате дегидратируется, уменьшаясь в объеме, при обводнении – вновь гидратируется, превращаясь в гель — циклы «гидратации — дегидратации бентонита». Та-

ких циклов бентонитовая глина выдерживает неограниченное количество, что обеспечивает высокую долговечность гидроизоляции в течение всего периода эксплуатации, часто вполне соотносимого со сроком службы гидроизолируемого сооружения.

Маты применяются для изоляции вертикальных и горизонтальных подземных поверхностей – фундаментных плит, транспортных тоннелей, резервуаров, шпунтовых стенок, каналов и т. п. (рисунок 5.5).



Рисунок 5.5 – Гидроизоляция канала бентонитовыми матами

В процессе эксплуатации зданий и сооружений способность материалов «самозалечиваться» обеспечивает заполнение бентонитовым гелем возникающих трещин в фундаментной плите, стенах и компенсацию деформационных явлений.

Достоинства использования бентонитовой гидроизоляции:

- высокие противодиффузионные свойства;
- возможность применения в сложных гидрогеологических условиях;
- способность «самозалечиваться», увеличивая объем при гидратации;
- долговечность, при неизменности свойств со временем;
- стойкость к циклам «гидратация – дегидратация».

Недостатки использования бентонитовой гидроизоляции:

- ограничительно применимы при переменных уровнях воды;
- ограничительно применимы при наличии сильно агрессивных грунтовых вод (сульфаты, хлориды, соли магния);
- ограничительно использовать в зонах с режимом замораживания-оттаивания;

– в зоне напорных грунтовых вод следует применять пригрузку или дополнительно профилированную мембрану.

Полимерные мембраны представляют собой относительно тонкие (1,2...2,0 мм) рулонные безосновные или армированные кровельные и гидроизоляционные материалы шириной до 2,5 м, производимые методами экструзии или каландрирования. По химическому составу полимерные мембраны подразделяются на поливинилхлоридные (ПВХ-мембраны), мембраны на основе термопластифицированных полиолефинов (ТПО-мембраны) и мембра-

ны из этилен-пропилен-диенового каучука (ЭПДМ-мембраны). Соединение рулонов полимерных мембран между собой производится полуавтоматами или вручную при помощи сварки струей горячего воздуха (ПВХ и ТПО-мембраны) либо склеиванием швов мембран внахлест при помощи специального клея, герметиков или системы самоклеящихся лент (ЭПДМ-мембраны).

Правильно запроектированная и качественно выполненная полимерно-мембранная гидроизоляция любого подземного сооружения является высоконадежным средством на сроки до 20—50 лет.

Достоинства полимерной гидроизоляции:

– высокие технические и эксплуатационные характеристики, удобны в приготовлении;

– создается сплошная эластичная пленка или толстослойное покрытие с хорошей адгезией к защищаемой поверхности;

– бесшовность битумно-полимерных мембран при гидрозащите самых сложных в части геометрии поверхностей;

– покрытия не имеют пустот и отслоений от подложки.

– высокая прочность, эластичность в широком диапазоне температур, химическая и биологическая стойкость и долговечность, стойкость к атмосферным и климатическим воздействиям, УФ-излучению, высокое сопротивление к прорастанию корней.

Недостаток полимерной гидроизоляции: при производстве работ требуются дорогостоящее оборудование, специальные навыки и умения исполнителей, а также высокая точность исполнения.

Таким образом, широкое применение гидроизоляционных мастик в виде однокомпонентных полимерных, двухкомпонентных битумно-полимерных материалов можно отнести к инновациям в строительной отрасли в области гидроизоляционных работ.

Контрольные вопросы

1. Теплоизоляционные материалы – классификация, виды.
2. Основные характеристики теплоизоляционных материалов.
3. Способы и средства водозащиты, классификация гидроизоляционных материалов
4. Структура гидроизоляционного покрытия.
5. Гидроизоляционные и кровельные рулонные материалы на основе черных вяжущих.
6. Герметизирующие и уплотняющие материалы – назначение и классификация.
7. Гидроизоляционные материалы в гидротехническом строительстве.
8. Бентонитовые гидроизоляционные материалы.
9. Полимерные гидроизоляционные материалы.

Лекция 6. ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

План лекции.

- 6.1. Классификация отделочных материалов, условия применения.
- 6.2. Материалы для внутренней и внешней отделки стен.
- 6.3. Подбор отделочных материалов с учетом интерьера.
- 6.4. Отделочные материалы для специальных условий.

6.1. Классификация отделочных материалов, условия применения

Важность отделочных материалов в строительстве не вызывает сомнений – они не только делают здания привлекательными, но и позволяют защитить их конструкции от климатических и других воздействий.

Своими техническими качествами отделочные материалы, должны придавать зданиям и сооружениям определённые свойства:

- защищенности от воздействия факторов окружающей среды;
- завершенности архитектурного оформления;
- обеспеченности требуемых санитарно-гигиенических условий (по запылению, загрязнению, увлажнению, шуму);
- восстанавливаемости поверхности отделки.

Объём производства отделочных материалов, постоянно растет, расширяется их ассортимент, повышается качество и декоративность. Отделочные материалы и изделия, применяемые в современном строительстве, классифицируют по нескольким признакам.

По основному исходному материалу (технологический признак) различают: красочные составы; природные и искусственные камни; керамику; стекло; металлы; лесные материалы; полимеры и др.

По архитектурно-строительной функции – материалы для:

- наружной отделки (фасадов);
- внутренней отделки интерьеров;
- отделки, как внутренних интерьеров, так и фасадов зданий;
- потолка;
- покрытия полов;
- специальных целей.

По физическому состоянию и структуре:

- жидкие – являются смесью связующего и декоративного компонента (любые лакокрасочные составы, наливные полы и т. д.);
- штучные – состоят из небольших изделий (паркетные доски, керамическая плитка);
- сборные элементы, которые представляют собой довольно крупные плиты (листы гипсокартона, гипсоволокнистые листы, стеновые панели, ДСП, ламинированный пакет), монтирующиеся при помощи гвоздей, саморезов, заклёпок, специального клея.

Среди эксплуатационных свойств материалов важнейшими являются

свойства, отвечающие *санитарно-гигиеническим требованиям*, создающие благоприятные условия для здорового образа жизни.

Главным техническим свойством отделочных материалов является их *долговечность*, которая зависит от степени влияния отделки на работу несущих и ограждающих конструкций, условий эксплуатации на качество контактного слоя, обеспечивающего сцепление с основанием (подложкой).

Экономическими показателями эффективности применения отделочных материалов являются фактический срок службы, эксплуатационные расходы на ремонты, общий срок службы с учётом морального старения.

6.2. Материалы для внутренней и внешней отделки стен

В настоящее время наибольшее распространение имеет окраска, составляющая в общем объёме отделочных работ фасадов зданий более 50 %.

Лакокрасочные материалы по своей структуре и составу представляет весьма сложную и многослойную систему (рисунок 6.1).

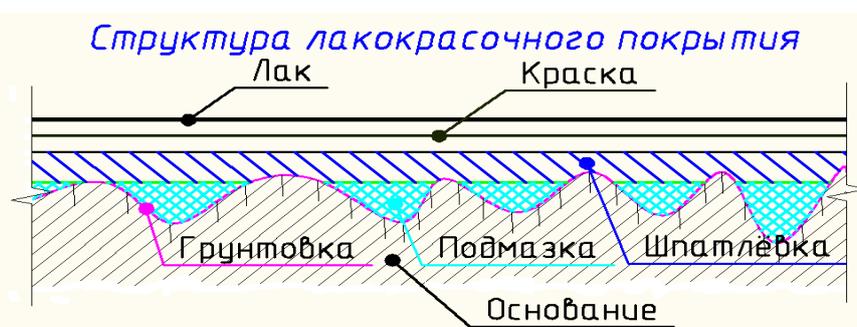


Рисунок 6.1 – Структура лакокрасочного покрытия в разрезе

Окрашиваемая поверхность сначала покрывается грунтовкой. Затем по огрунтованной поверхности наносится выравнивающий слой: крупные неровности (раковины, трещины) выравниваются подмазкой, мелкие – шпатлевкой. И, наконец, по подготовленной таким образом поверхности наносится краска, лак или то и другое в несколько слоев.

Анализ дефектов лакокрасочных покрытий показывает, что около 70% всех причин является неправильная подготовка основания; 15% – неправильный выбор системы окраски; 10% – несоблюдение технологии нанесения и только 5% – некачественная краска. По оценкам специалистов, долговечность лакокрасочного покрытия на 60% зависит от тщательной подготовки рабочей поверхности, на 20% – от хорошей шпатлевки и надежного грунта и только на 20% от лакокрасочного материала.

Виды и предназначение лакокрасочных изделий:

– *краска на неводной основе* – для защиты поверхностей (основной вид применения) и обеспечения декора; расходуется умеренно, но с сильным запахом, долго сохнет, а поверхность покрывается в несколько слоев;

– *краска на водно-дисперсионной основе* – для защиты покрываемой по-

верхности от влаги и огня;

– *краска на водной основе* – для покраски стен в не проветриваемых помещениях, не имеет запаха, высыхает быстро, это самый широко применяемый и не токсичный материал;

– *эмаль*, быстросохнувший материал из натуральных или синтетических смол и полимеров с добавками – для обработки различных поверхностей (металлических, деревянных, оштукатуренных, бетонных, содержащих строительную пену и герметик);

– *лак*, материал из растворов, образующих пленку (из смол и полимеров в растворителях из органики) – для обработки поверхностей, создания надежной твердой пленки, которая обладает прозрачностью;

– *растворитель* – для химического разведения эмалей и красок, для получения нужную вязкость или плотность, растворяемого вещества;

– *грунтовка* – для повышения сцепления отделочного материала и самой поверхности, а также защиты этой поверхности;

– *шпаклевка* – для выравнивания обрабатываемой поверхности перед покраской;

– *нитрокраска и нитрорастворитель* – для придания обрабатываемой поверхности эффекта зеркальности, но эти вещества токсичные и пожароопасные, а поверхность перед обработкой таким лакокрасочным материалом необходимо подготавливать.

Лакокрасочные материалы на обрабатываемых поверхностях образуют покрытия со следующими свойствами:

- сцеплением с обрабатываемой поверхности;
- проницаемостью для воздуха и влаги;
- твердостью для предотвращения повреждений;
- пластичность для сохранения деформирования после произведения действий для создания этой деформации;
- эластичность для сохранения исходного состояния после произведения деформирующих действий;
- химическая устойчивость для стойкости к воздействиям разных веществ;
- атмосферостойкость для противостояния атмосферному воздействию;
- термостойкость для сохранения в первоначальном виде при воздействии различных температур;
- периодом высыхания лакокрасочного покрытия.

В химическом составе лакокрасящих материалов присутствуют:

- вещества, образующие пленку;
- связующие вещества (жидкие компоненты связывающие в один состав все компоненты материала);
- системы дисперсии (две или более фазы с развитым разделом между этими фазами, одна из них представляет собой дисперсионную среду, в ней распределены очень маленькие твердые частицы, капельки, пузырьки, которые и составляющие дисперсную фазу);

– суспензии – это системы, в которых твердая дисперсная фаза и жидкая дисперсионная среда;

– эмульсии – это системы, в которых жидкими являются и дисперсная фаза и дисперсионная среда;

– диспергирование, то есть измельчение твердого или жидкого вещества, чтобы создать дисперсную систему;

– лак – это вещество, которое образует пленку в растворителе органического происхождения или в воде;

– олифа – это вещество, образующееся после температурной или химической обработки масел растительного происхождения;

– краска – это суспензия одного или нескольких пигментов с наполнителем в водной эмульсии вещества, образующего пленку, в олифе или масле;

– эмаль – это суспензия пигментов и наполнителей в эмульсии или растворе вещества, образующего пленку;

– шпаклевка – это суспензия связующего вида пигмента и наполнителя;

– пигментное вещество для придания оттенка;

– наполнитель, чтобы лакокрасочный материал стал дешевле;

– растворитель – это жидкость для растворения образующего пленку вещества;

– разбавитель – это жидкость, которая не является растворителем, но может применяться в сочетании с ним (например, олифа).

Процесс окрашивания поверхности лакокрасочными материалами состоит в том, чтобы покрыть ее несколькими слоями, а именно: слоем шпаклевки, слоем грунтовки, двумя слоями краски, слоем последнего покрытия, если применяется лак.

Разновидности красок, применяемых в строительстве (рисунок 6.2).

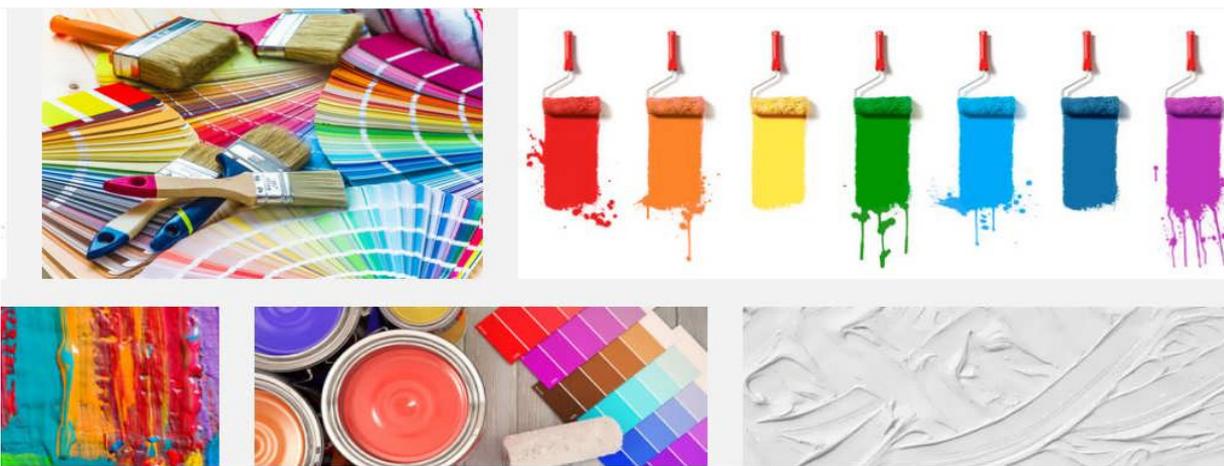


Рисунок 6.2 – Примеры лакокрасочных и отделочных материалов

Окрашенные поверхности обладают следующими свойствами:

– визуальный эффект окрашивающей пленки – поверхность после окрашивания должна стать ровной, гладкой, без видимых дефектов, полностью одного цвета;

- цвет, зависящий от пигментов;
- блеск окрашенной поверхности (матовый, глянцевый);
- вязкость покрытия окрашиваемой поверхности;
- способность лакокрасочного материала закрывать окрашиваемую поверхность.

Известковые краски. Основным связывающим компонентом такого вида краски является гашеная известь. Преимущество данной марки краски в том, что она устойчива к атмосферным изменениям, слой данной краски прекрасно пропускает воздух следственно поверхность «дышит». На окрашенной данным видам краски поверхности не образуется плесень, подойдет для помещений с большой влажностью. Недостаток – окрашенная поверхность крайне не устойчива к действию сероводорода и азотной окиси.

Краска на клеевой основе. В такой краске основным компонентом является столярный клей. Окрашенная такой краской поверхность так же пропускает воздух и образует матовую пленку. Преимущество: окрашенная поверхность не пачкается, в отличие от краски на известковой основе. Под действием влажного воздуха краска набухает, следовательно, ее необходимо использовать исключительно в сухих помещениях;

Масляная краска. Самая распространенная краска, основу которой, составляет олифа (натуральное связующее). Данная краска подходит для окрашивания большинства поверхностей, например кухни, стен и потолков в ванной. Ею идеально выкрашивать металлические и деревянные поверхности. Недостаток – поверхность, окрашенная такой краской, не пропускает воздух. Следовательно, в помещениях с большей влажностью воздуха проводить малярные работы масляной краской не рекомендуется;

Алкидная краска. Основой является алкидные смолы. Поверхность, окрашенная такой краской, приобретает глянцевое, почти как лаковое, покрытие, которое очень прочно соприкасается с окрашенной поверхностью. Она довольно быстро высыхает. Такую краску рекомендуется применять для окрашивания окон, дверей, мебели;

Цементная краска. Образующим веществом является цемент. В состав данной краски входят известковые пигменты. Такую краску рекомендуется использовать для окраски фасадов и стен. Можно использовать в помещениях с большей влажностью воздуха;

Лаки представляют собой пленкообразующие растворы синтетических или натуральных смол в органических растворителях.

Эмалевые краски представляют собой суспензию пигмента в лаке, они должны обладать определенной твердостью, атмосферостойкостью, хорошим внешним видом.

Обои – наиболее традиционный и широко известный отделочный материал. В современном определении обои - это рулонный материал, как правило, на бумажной основе (но в некоторых случаях и без нее), который крепится к поверхности стен с помощью клея. Учитывая основу, на которую нанесено декоративное покрытие, эти рулонные материалы можно разделить на несколько групп.

Классификация обоев *по водостойкости*:

– обычные – не выдерживающие воздействия воды, а только сухую протирку (протирание отдельных загрязненных мест тряпочкой или обработку пылесосом, но без соприкосновения щетки с обоями);

– обои водостойкие – выдерживающие протирание слабо загрязненных мест влажной губкой или мягкой тряпочкой без применения моющих средств;

– обои моющиеся – выдерживающие смывание водой с добавлением моющих средств;

– обои высокостойкие – виниловые.

По виду поверхности: гладкие; с рельефным рисунком, наносимые на поверхность в процессе производства; с выдавленным рисунком мелким; с глубоким рисунком – многослойные.

По плотности: легкие; тяжелые (при плотности менее 110 г/м появляются значительные трудности с наклейкой полос при наличии неровностей на основании, более плотные обои положительно влияют на микроклимат в помещен).

В зависимости от рисунка: гладкие одноцветные; узорчатые без повторяющегося рисунка, требующего подгонки соседних полос при наклейке.

По долговечности, которая зависит от способа эксплуатации помещения: средняя долговечность обыкновенных обоев – 4-5 лет.

Обои должны отвечать следующим нормам: светостойкости, которая должна быть не менее шести по восьмиградусной голубой шкалы, это важно знать, т.к. перестановка мебели в помещении обнаруживает выгорание обоев; паропроницаемости, которая должна быть не менее 100 г/м за 24 ч. Это условие влияет на микроклимат помещения и одновременно позволяет правильно просыхать нововстроенным элементам.

Отделка фасада – важная часть строительных работ, так как именно от нее зависит срок эксплуатации здания. Внешний вид – важная, но недостаточная функция фасада это также выполняет задачу по защите постройки от воздействия внешней среды: уличного шума, перепада температур, дождей, снега, механических повреждений, вредителей и др.

Рассмотрим наиболее распространенные варианты отделки фасадов с оценкой каждого.

Штукатурка. Декоративная штукатурка – это самый доступный, популярный, а главное – дешевый вариант внешней отделки зданий. Существует большое количество составов с разной структурой, при помощи которых можно защитить и украсить здание.

Достоинства:

– экономичность, качественная и недорогая штукатурку исправно выполняет свои функции и придает зданию привлекательный внешний вид;

– простота производства работ;

– прочность, нанесенная по всем правилам, хорошо защищает от неблагоприятных условий внешней среды и выдерживает умеренные механические повреждения;



– паропроницаемость, в отличие от большинства типов отделки, влага сквозь штукатурку проходит беспрепятственно, благодаря чему внутри не скапливается вода, не возникает грибок и плесень.

– звуко- и теплонепроницаемость, обеспечивается сравнительно высокий уровень изоляции, выдерживает перепады

температур.

– внешняя привлекательность, смотрится эстетично и аккуратно.

Недостатки:

– нуждается в периодическом обновлении;

– при некачественном исполнении возможны пятна на поверхности, отслаивание, трещины.



Камень. Натуральный или искусственный камень – это наиболее долговечный и надежный вариант отделки фасада. Нередко используется для частичной обработки стен в комбинации с другими вариантами отделки. Искусственный камень отличается от натурального материала меньшим весом и стоимостью.

Достоинства:

– прочность;

– высокий уровень защиты от механических повреждений;

– высокая степень устойчивости к солнечной радиации;

– хорошая защита от перепада температур;

– монументальность, привлекательный внешний вид;

– экологичность, природный стройматериал, не оказывает вредного воздействия на здоровье человека;

– долговечность, не нуждается в постоянном обновлении.

Недостатки:

– высокая стоимость;

– значительный вес.



Кирпич. Декоративный кирпич часто используется в отделке фасада. Он дешевле камня и немного уступает последнему в прочности.

Достоинства:

– прочность и долговечность;

– устойчивость к перепадам температур и защита от солнечной радиации;

– практически не поглощает воду;

– экологичность;

– простота уход и обслуживания.

– разнообразие вариантов отделки.

Недостатки:

- сложность устройства;
- сравнительно высокая стоимость;
- сравнительно большой вес.



Керамогранит считается одним из самых современных и наиболее прочных вариантов отделки фасада. По последнему параметру он практически не уступает камню.

Достоинства:

- многообразие вариантов (имитация камня и дерева, матовый, полированный,

лощеный, мозаичный и др.);

- надежность – сохраняет внешний вид практически вечно;
- защита от перепада температур;
- устойчивость к перепадам температур;
- влагостойкость – не впитывает влагу.
- хорошая защита от механических повреждений и истирания.

Недостатки:

- сравнительно высокая сложность установки;
- высокая цена;
- большой вес.



Плитка для отделки фасада пользуется большой популярностью за счет качественных характеристик, менее пористая по сравнению с аналогами, предназначенными для внутренних работ.

Достоинства:

- долгий срок службы;
- широкий ассортимент;
- сравнительно малый вес;

- высокая огнестойкость;
- хорошая защита от воздействия окружающей среды.

Недостатки:

- невысокая защита от механических повреждений.
- относительно высокая сложность монтажа.



Сайдинг для фасадов – один из наиболее простых, дешевых и популярных вариантов. Используется как для отделки новых построек, так и для облагораживания старых домов.

Достоинства:

- привлекательный внешний вид;
- широкий ассортимент;

- долговечность;
- высокие показатели тепло- и звукоизоляции;
- простота монтажа.

Недостатки:

- низкая прочность.
- слабая защита от перепада температур.



Сэндвич-панели. Строительные сэндвич-панели состоят из двух слоев жесткого материала (чаще всего металла) с проложенным между ними слоем утеплителя. Конструкция обеспечивает хорошие характеристики прочности и надежности, востребованы при строительстве быстровозводимых зданий.

Достоинства:

- простой и быстрый монтаж;

- хорошая звукоизоляция;
- защита от огня и влаги;
- малый вес;
- привлекательный внешний вид;
- продолжительный срок службы.
- легкая заменяемость поврежденных панелей.

Недостатки:

- высокая стоимость.



Фасадные кассеты – это специализированные металлические изделия, которые чаще всего применяются для отделки административных построек и различных офисов, с успехом используются и для облицовки жилых зданий.

Достоинства:

- высокая прочность, надежность и долговечность;

- привлекательный внешний вид.
- широкий ассортимент расцветок и размеров;
- хорошая защита от воздействия окружающей среды и огня.

Недостатки – очень высокая цена.

6.3. Подбор отделочных материалов с учетом интерьера

Отделка для стен внутри дома делится на классическую и современную и подбирается в соответствии с предпочтениями. Готовые изделия выбираются с учётом условий, в которых они будут использоваться, например, влажности в помещении, температуры воздуха и так далее.

Характеристика изделий включает цвет, текстуру, различные рисунки и многое другое. Выбранный цвет должен обязательно соответствовать интерьеру комнаты. Если в комнату проникает небольшой свет, то облицовка стен должна быть как можно более лёгкой. Лучше, если стены полностью белые.



Светлые оттенки визуально увеличивают пространство, и комната наполняется теплом и комфортом. Рекомендуется использовать отделочный материал для стен внутри дома голубого цвета. Это создаёт атмосферу спокойствия.

Для создания эмоционального и оригинального интерьера, лучше применять ярко-красные и оранжевые цвета. Однако такие цвета противопоказаны в комнатах, предназначенных для семейного отдыха и в детской.

Чтобы помещение приобрело стиль офиса, рекомендуется использовать деревянные панели. Комнаты, отделанные таким декором, выглядят строго, и посетители чувствуют силу и твёрдость владельца комнаты. Это особенно справедливо для классных комнат.

Несколько типов материалов для покрытия стен одной комнаты, не должны противоречить, но дополняют друг друга.

Например, при оформлении комнаты в стиле кантри не допускается сочетание деликатных обоев с футуристическими или авангардными элементами.



Пластик:

- привлекательный вид;
- сравнительно низкая стоимость;
- высокая влагостойкость;
- неприхотливый уход.

Любовь к пластику у людей так же нетленна, как и любовь к древесине. А если получается это грамотно соединить в одном помещении?

За счет хорошей влагостойкости пластик можно успешно использовать для недорогой и надежной внутренней отделки стен в ванной комнате, санузлах и на кухне в деревянном доме.





Для того чтобы правильно сделать обшивку стен, устраивается каркас – обрешетка позволяющая добиться идеально ровной поверхности материала.



В настоящее время выбор пластика для обшивки стен весьма разнообразен, можно подобрать листы с текстурой и цветом, отвечающие самым широким запросам. Разнообразие цветовых гамм и оттенков, среди которых рельефные модели, которые в отдельных комнатах могут гармонично вписаться в интерьер, задуманный с учетом возможностей использования существующих деталей и особенностей помещения.

Обои. Самые популярные отделочные материалы для отделки стен внутри дома.



Бумажные (классический вариант) не препятствуют естественной циркуляции воздушных масс в помещении. Правильно подобранные цветовые схемы могут визуально увеличить или уменьшить пространство комнат. Применение нескольких цветов помогает выполнить качественное зонирование.

Виниловые. Прочный и влагостойкий материал. Шелкография выполняется именно на виниловых покрытиях.

Акриловые – совмещают в себе положительные качества виниловых и бумажных.

Текстильные – из натуральных материалов (вискоза, шелк). Рекомендованы для оклеивания стен в жилых комнатах. На кухнях не применяются

из-за впитывания влаги и запахов.

Фотообоями оформляют часть стены. Используют для создания эксклюзивных интерьеров.

Велюр. Применяется для украшения кабинетов и гостиных, материал не терпит контакта с водой.

Флизелиновые. Долговечны и практичны. Большинство видов можно перекрашивать несколько раз.

Стекловолоконные покрытия. Не

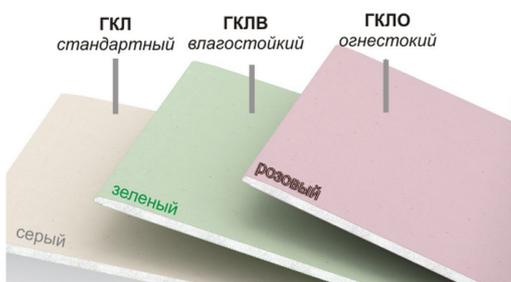


поддерживают горение, подходят для кухонь и залов.

Жидкие обои. Популярный материал. Легко наносятся, повышают звукоизоляцию в помещениях, не имеют швов.

Древесные. Применяются в домах из брусьев для поддержания экостиля, поставляются панелями фиксированного габарита.

Линкруст – пластичный материал, который наносится на бумажную основу. После наклеивания при помощи строительных инструментов можно выдавливать разнообразные узоры.



Гипсокартон:

- помогает скрыть инженерные коммуникации;
- позволяет добиться идеально ровной стеновой поверхности;
- хорошо поглощает влагу;
- возможность нелинейного монтажа.

При использовании следует исходить от особенностей помещения, в котором планируется обшивка. Если используется в условиях повышенной влажности, применяются *влагостойкие листы*. Листы, как правило, выпускаются разных цветов – для помещений с повышенной температурой и с определенным риском возгорания – *розовый*, вла-

гостойкий – *зеленый* или *голубой*.

Один из достоинств обшивки гипсокартоном стен в доме из дерева – несложный монтаж. Благодаря габаритным листам обшивку можно выполнить достаточно быстро. Однако прежде устраивается обрешетка – это импровизированный каркас из металлических профилей или же деревянных брусьев. В нем скрывают все канализационные и вентиляционные коммуникации, портящие внешний вид комнаты кабели. После крепления листов, их обрабатывают грунтовкой, закрепляют серпянкой швы, прошпаклевывают дефекты и красят цветом, который вписывается в формат интерьера.

В нем скрывают все канализационные и вентиляционные коммуникации, портящие внешний вид комнаты кабели. После крепления листов, их обрабатывают грунтовкой, закрепляют серпянкой швы, прошпаклевывают дефекты и красят цветом, который вписывается в формат интерьера.



ПВХ панели. Отделка ПВХ панелями обойдется на 30-40% дешевле, чем керамической плиткой.

Кроме дешевизны, ПВХ-панели отличаются практичностью, легкостью в обращении, невосприимчивостью к перепадам температур.

Монтаж панелей достаточно прост.

Токсических веществ ПВХ не выделя-

ют и считаются безопасным отделочным средством. Внешний вид панелей, которые бывают разного цвета, сохраняется более 8-10 лет.

В числе недостатков ПВХ-отделки называют её меньшую, в сравнении с керамикой прочность, токсичность при горении.

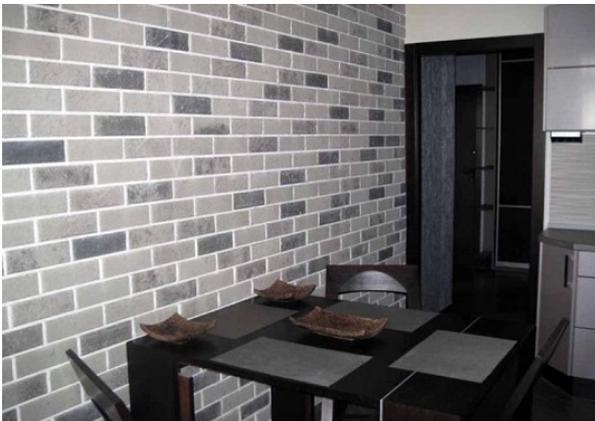
Виды декоративного кирпича для внутренней отделки помещений.

Силикатный кирпич уже длительное время используется в строительстве для возведения надежных и долговечных зданий. Но есть и более новая разновидность этого материала – декоративный кирпич, получивший применение для внутренней отделки помещений. С его помощью можно интересно оформлять интерьеры в современном стиле. Используя технологию фрагментарной кладки, дизайнеры создают в помещениях атмосферу средневекового замка, обустраивают комнаты в стиле лофт или кантри.

Производители выпускают 3 вида декоративного кирпича.



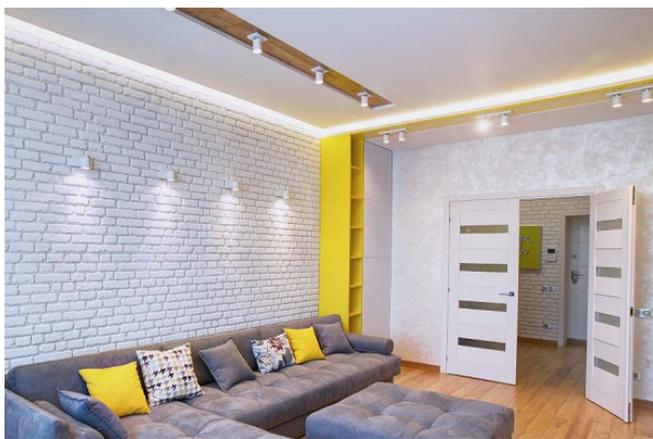
Клинкерный кирпич производят из специальной глины путем прессования и добавления красителей. Он имеет высокую плотность и отличается прочностью и долговечностью. Чаще всего этот материал используется для облицовки стен в помещениях, где возможны частые перепады температуры (веранды, лоджии, балконы), а также им обкладывают дымоходы и камины.



Для внутренней отделки помещений используют гладкий кафель, напоминающий кирпичную кладку. Он называется клинкерным. Плитка в виде кирпича для внутренней отделки наиболее популярна, потому что проще в использовании и менее габаритна по сравнению с кирпичом.



Клинкерная плитка имеет небольшой вес, поэтому данный вид отделки не создает значительной нагрузки на стеновые конструкции. Толщина этого материала намного меньше, чем у стандартного кирпича, поэтому сохраняется полезная площадь помещений. Преимущество клинкерной плитки заключается в высоких эксплуатационных характеристиках, но и стоимость её выше, чем у декоративного кирпича.



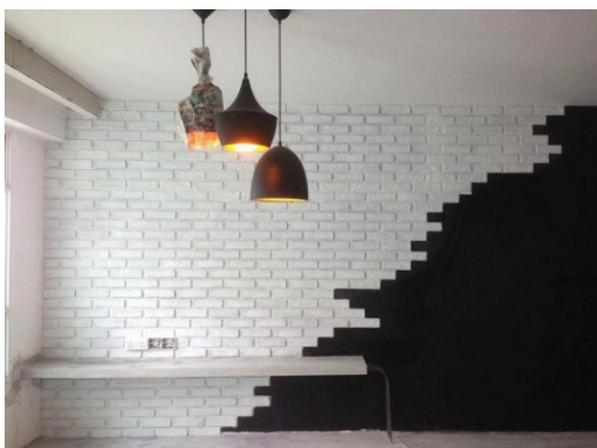
Декоративный цементный кирпич. Внутренняя отделка в виде кирпичной кладки – доступное по стоимости решение, которое пользуется высокой популярностью для создания интересных интерьеров в разных стилях. Облицовочная плитка под кирпич, изготовленная на основе цемента, отличается широким разнообразием цветовых решений и фактур. Материал имеет

хорошие эксплуатационные свойства, благодаря которым его можно использовать даже для отделки неотапливаемых помещений.



По техническим характеристикам декоративный кирпич из цемента отличается от клинкерной плитки хрупкостью, поэтому его транспортировка и укладка требуют особенной аккуратности. Цементную плитку нельзя сильно увлажнять и очищать с помощью химически активных моющих средств. Она относится к экологичным материалам, а значит, может

использоваться для внутренней отделки стен в коридорах жилых помещений. Однако, при подрезке плитки образуется много цементной пыли, что требует отдельных защитных мер для дыхательных путей рабочих. Для увеличения прочности плитки из цемента, в её состав добавляется измельченный мрамор, кварцит с полимерной глиной или гранитная крошка.



Гипсовая плитка, которая выполнена в форме кирпичной кладки, относится к наиболее недорогим видам материалов для внутренней отделки. Этот материал весит совсем немного, поэтому, практически не имеет ограничений для отделки больших стеновых поверхностей. Монтаж плитки должен осуществляться с применением специального гипсового клеевого состава. К наиболее значимым недостаткам

подобного материала относят его гигроскопичность – этот материал без защитного покрытия не может использоваться для отделки помещений с высокой влажностью.

Если же плитка из гипса с двух сторон покрыта специальным слоем, то с ее помощью можно облицовывать не только внутренние стены, но и фасады домов.



Мозаика – фаворит ванных и кухонь. Производят её из широкого спектра материалов: например, из натурального камня, который сообщает изделию особую прочность и долговечность, или из керамики, стекла, дерева, металла.

Исходное сырьё, сильно влияет на вид мозаики, сроки эксплуатации, а также на то, каким стилям и помещениям она подойдет лучше всего.

Самая распространенная мозаика – на керамической основе. Она применяется в ванных, санузлах, а также на кухнях.

К достоинствам мозаичного покрытия относятся: возможность использования в нишах, на выступах, неровных поверхностях; разнообразие структуры и цвета позволяют создавать сюжеты: стены монохромные и пестрые, узорные и в виде картин; мозаика отлично держится на любых поверхностях – бетонных, оштукатуренных, деревянных.

Недостатком мозаики является высокая стоимость, которая оправдана продолжительностью службы более 15 лет.

6.4. Отделочные материалы для специальных условий

Специальные лакокрасочные материалы – химические составы для защиты *дерева* от всевозможных повреждений (фунгицидные растворы защищают такие поверхности от гниения, плесени, грибков), *металлов* от ржавчины, огнезащитные составы, водоотталкивающие составы (гидрофобизирующие растворы). Их нельзя смешивать между собой, так как при этом теряются полезные свойства каждого из составов.

При выборе лакокрасочного материала следует учитывать его техническое описание (условия применения, характеристики основания изделия, подробная инструкция по нанесению), возможность совместного использования лакокрасочных продуктов.

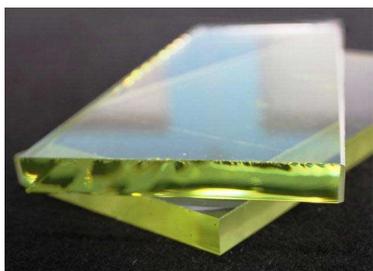
Виды материалов для отделки стен рентгенкабинетов.



Баритовая штукатурка представляет собой сухую строительную смесь, она используется для защиты от гамма и рентген излучения. Состав концентрированной смеси: 5% кремниевого песка и 95% сернокислого бария. Баритовая штукатурка рентгенозащитная обладает пластичностью и влагостойкостью, она экологически безопасна и проста в использовании. Такой рентгенозащитный материал используют в строительстве хранилищ для источников излучения,

рентген-кабинетов, гражданских строений. Хранение баритовой штукатурки допускается только в сухих помещениях и закрытых тарах.

Для отделки помещений также используют баритовый ровнитель для пола. Сухая смесь изготавливается на основе концентрата бария, цемента и полимеров. Такой ровнитель с успехом заменяет дорогостоящие свинцовые средства защиты. Рентгенозащитный материал универсален, может использоваться для: керамической плитки, бетона, паркета и любых других покрытий. В зависимости от толщины нанесенного слоя полное высыхание ровнителя составляет около 28 суток, используют его с армированной сеткой.



Рентгенозащитное стекло. Его относят к кварцевым стеклам высокой прозрачности. Рентгенозащитные окна устанавливаются только между внутренними помещениями (пультовая и рентгеновский кабинет), их эквивалент составляет 2,5 мм. Служат окнами для защиты от излучения медицинского персонала. Выполняются в разных размерах.



Резина рентгенозащитная из каучуковой матрицы. Свинцовый эквивалент такого рентгенозащитного материала составляет 0,5 мм. Из пластин резины изготавливаются ширмы, прокладки для дверей, окон, стерилизационных камер.



Свинец листовой разных размеров и толщины используется для обшивки стен, дверей, изготовления ширм и экранов. Такой рентгенозащитный материал является самым простым материалом. Он задерживает гамма-лучи.

Гипсоплиты – рентгенозащитный материал не содержит свинца и выполняется из сульфата бария с гипсом. Преимуществом использования такого рентгенозащитного материала является возможность создавать криволинейные поверхности и повышенная звукоизоляция.



Шпатлевка для заделки швов изготавливается на основе гипса с минеральным отвердителем, обладает высокой прочностью с быстрым нарастанием и минимальной усадкой.

Для внутренней облицовки общественных зданий и сооружений (например, станций метрополитена) широко используют плиты, получаемые из хорошо распиливаемых пород: мрамора, ангидрида, гипса.

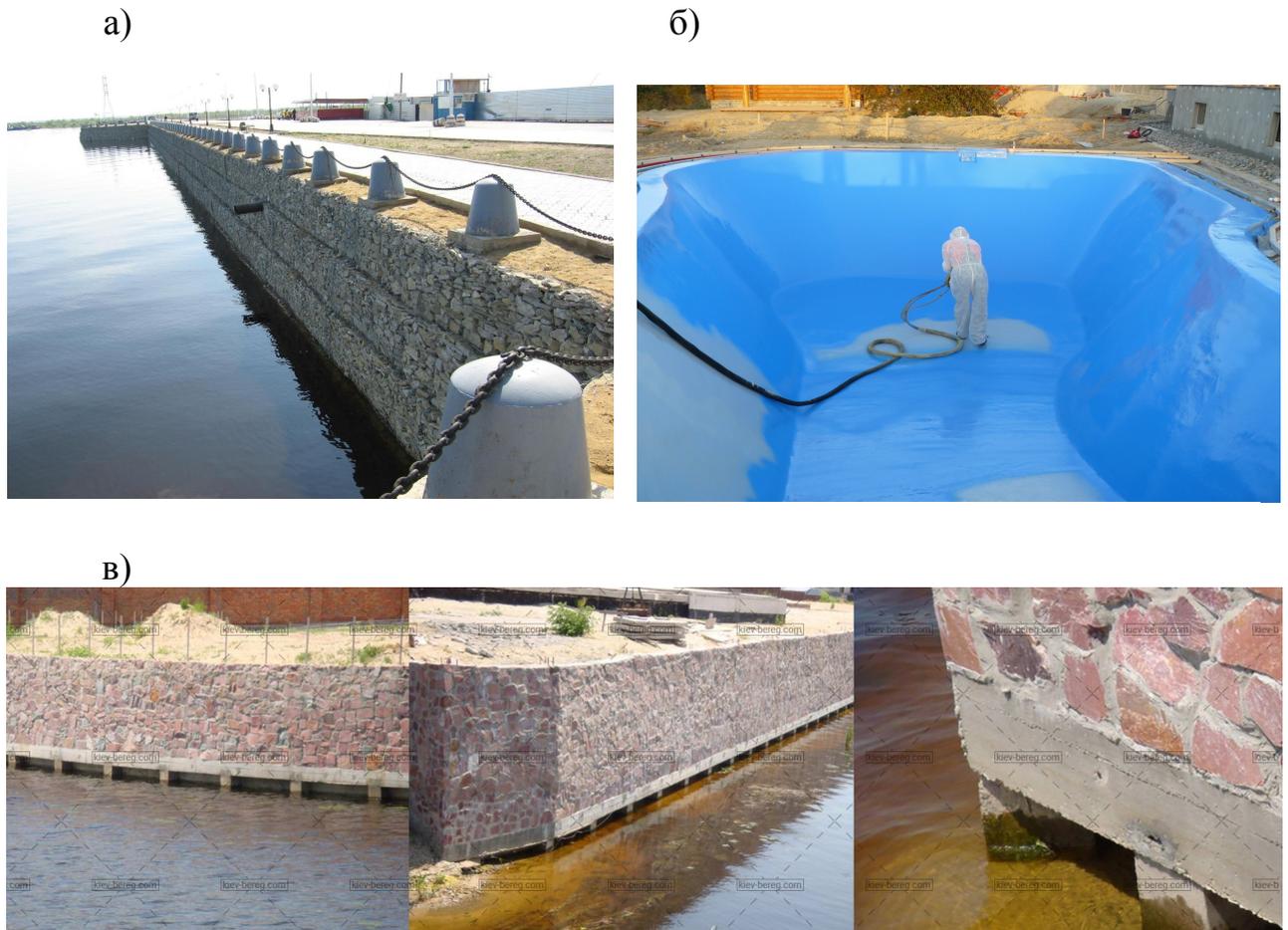
Наружная облицовка зданий может выполняться из атмосферостойких осадочных пород (известняков, доломитов, песчаников, туфов), которые легче поддаются обработке и экономнее гранитных пород.

Плиты для наружной облицовки имеют толщину 4 – 8, для внутренней – 1,2 – 4 см. Применение алмазных резцов позволяет изготавливать тонкие (5 –

10 мм) экономичные плиты, стоимость которых в 2 – 4 раза ниже, чем обычных. Тонкие плиты находят широкое применение, особенно для внутренней облицовки.

Отделка гидротехнических сооружений.

Для облицовки гидротехнических сооружений, набережных, устоев мостов, цокольной части монументальных зданий применяют камни и плиты из гранита и других изверженных пород, которым свойственна высокая морозостойкость, прочность и твердость (рисунок 6.3). Камни для облицовки могут быть плитообразные (толщиной 15 – 25 см) и утолщенные пирамидального вида (толщиной 30 см и более).



а – отделка набережной; б – покрытие дна бассейна;
в – облицовка подпорных стен

Рисунок 6.3 – Отделка гидротехнических сооружений

Специальные облицовки применяют для защиты от коррозии и действия высоких температур. В жароупорном бетоне используют заполнители из таких пород (хромита, базальта, диабаз, туфа), которые не содержат кварца.

Отделки для защиты от растворов кислот (кроме плавиковой и кремнефтористоводородной) используют андезит, гранит, сиенит, диабаз, кварцит, кремнистый песчаник и другие кислотостойкие породы. Щебень из

этих пород служит заполнителем в кислотоупорном бетоне.

Однако применение кислотоупорного штучного камня ограничено его высокой стоимостью, обусловленной трудностью добычи и обработки, а также малым выходом готовой продукции из горной массы. Его полноценным заменителем служит значительно более дешевый кислотоупорный бетон. Со штучным тесаным камнем соперничает также искусственный литой камень (базальтовый, диабазовый).

При камнелитейном производстве, минуя трудоемкую и дорогостоящую механическую обработку, путем плавления и отливки камню придают необходимую форму, сохраняя или даже улучшая при этом его первоначальные свойства. Для этой цели применяют магматические породы, преимущественно базальты и диабазы.

Производство литого камня состоит из расплавления, отливки в формы, кристаллизации и охлаждения. Плавление исходного камня, раздробленного до кусков размерами 50 – 150 мм, производится в пламенных или дуговых электропечах при температурах 1350 – 1450°C. Полученный однородный расплав застывает в виде стекловидной хрупкой массы. Чтобы избежать этого, форму с расплавом помещают в специальную обжигательную печь для отжига, где отливку выдерживают при температуре 900 – 1000°C в течение определенного времени. Цель обработки – получить изделие с кристаллической структурой и снять внутренние напряжения, возникшие при отливке. Лишь затем отливка медленно охлаждается и в случае, если требуется изделие точных размеров, подвергается механической обработке.

Негорючие и огнеупорные отделки. Современные негорючие материалы для декорирования стен известны высокими эстетическими качествами и визуально в незначительной степени отличаются от натуральных изделий. Существует большое разнообразие материалов для создания негорючих панелей для отделки стен:



– гипсовиниловые отделочные панели либо же гипсовинил плюс картон – листовые изделия, значительная часть которых состоит из невозгораемого гипсового слоя. Это несущий слой, который с обеих сторон облицовывается листами картона, по сле чего лицевая его сторона обволакивается специальной декоративной и защитной виниловой пленкой;



– декоративные стекло-магнезитовые листы для внутренней облицовки в своей основе имеют оксид магния и специальные добавки, дополнительную жесткость листу обеспечивает двойное армирование стекловолокном. Лист достаточно жесткий и прочный, а потому используется в местах, где более важны технические данные,

а не эстетические качества. Такой вид панелей имеет в своём составе антисептик, что позволяет его применять, как в наружных, так и во внутренних работах;



– алюминиевые декоративные изделия для декорирования как внешних, так и внутренних поверхностей могут изготавливаться по различным технологиям и с добавлением примесей. В зависимости от режима эксплуатации и способа крепления (с помощью саморезов, термостойкого клея, дюбелей с пресс-шайбой) к стене используют различные виды алюминиевых панелей.

Контрольные вопросы

1. *Функция отделочных материалов.*
2. *Отделочные материалы по исходному материалу.*
3. *Отделочные материалы по архитектурно-строительной функции.*
4. *Отделочные материалы по физическому состоянию.*
5. *Сформулируйте назначение лакокрасочных материалов.*
6. *Что входит в состав лакокрасочных материалов?*
7. *Что представляют собой растворители и разбавители?*
8. *Перечислите основные качественные характеристики пигментов.*
9. *Какова роль наполнителей в лакокрасочных составах?*
10. *Что представляют собой грунтовки и шпатлевки?*
11. *Что представляют собой вододисперсионные краски?*
12. *Обои по водостойкости.*
13. *Обои по виду поверхности.*
14. *Виды отделок фасада.*
15. *Подбор отделочных материалов с учетом интерьера.*
16. *Применение гипсокартона при отделке помещений.*
17. *Отделка гидротехнических сооружений.*
18. *Материалы для отделки рентгенкабинетов.*
19. *Негорючие и огнеупорные отделки.*

Лекция 7. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ И ПЛАСТМАСС В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

План лекции.

- 7.1. Природные и искусственные органические полимеры, наполнители и заполнители в полимерных строительных материалах.
- 7.2. Разновидности полимерных строительных материалов.
- 7.3. Полимерные материалы в гидротехническом строительстве.
- 7.4. Старение и деструкция полимерных материалов.

7.1. Природные и искусственные органические полимеры, наполнители и заполнители в полимерных строительных материалах

Пластмассами называют обширную группу органических материалов, основу которых составляют искусственные или природные высокомолекулярные соединения – *полимеры*, способные при нагревании и давлении формироваться и устойчиво сохранять приданную им форму. Главными компонентами пластмасс являются: связующее вещество – полимер, наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, отвердители и красители.

Классификация пластмасс:

По физико-механическим свойствам все пластмассы разделяют на пластики и эластики.

Пластики бывают жесткие, полужесткие и мягкие. *Жесткие* пластики – твердые упругие материалы аморфной структуры с высоким модулем упругости (свыше 1000 МПа) и малым удлинением при разрыве, сохраняющие свою форму при внешних напряжениях в условиях нормальной или повышенной температуры. *Полужесткие пластики* – твердые упругие материалы кристаллической структуры со средним модулем упругости (выше 400 МПа), высоким относительным и остаточным увеличением при разрыве, причем остаточное удлинение обратимо и полностью исчезает при температуре плавления кристаллов. *Мягкие пластики* – мягкие и эластичные материалы с низким модулем упругости (ниже 20 МПа), высоким относительным удлинением и малым остаточным удлинением, причем обратимая деформация исчезает при нормальной температуре с замедленной скоростью.

Эластики – мягкие и пластичные материалы с низким модулем упругости (ниже 20 МПа), поддающиеся значительным деформациям при растяжении, причем вся деформация или большая ее часть исчезает при нормальной температуре с большой скоростью (практически мгновенно).

По строению полимерной цепи различают пластмассы карбоцепные (цепь состоит только из атомов углерода) и гетероцепные (в состав цепи кроме углерода входят кислород, азот и другие элементы).

По структуре пластмассы делят на гомогенные (однородные) и гетерогенные (неоднородные). Структура пластмасс зависит от наличия в ее составе наряду с полимером других компонентов, что позволяет делить пластмассы на ненаполненные, газонаполненные, наполненные и составные. В

большинстве случаев для изготовления пластмассовых строительных материалов и изделий вводят наполнители, пластификаторы, красители, смазки, катализаторы и другие вещества.

Наполнители бывают порошкообразные, волокнистые и слоистые. *Порошкообразные* – кварцевая мука, мел, барит, тальк – и органические (древесная мука) придают пластмассам ценные свойства (теплоемкость, кислотоустойчивость и др.), а также повышают твердость, увеличивают долговечность, снижая стоимость. *Волокнистые* – асбестовое, древесное и стеклянное волокно, они повышают прочность и снижают хрупкость, повышают теплостойкость и ударную вязкость пластмасс. *Слоистые* – бумага, хлопчатобумажная и стеклянная ткани, асбестовый картон, древесный шпон, и другие – придают высокую прочность пластмассам. Например, асбестовый картон придает пластмассе не только высокую прочность, но и тепло- и кислотостойкость. Наполнители намного дешевле полимеров. Поэтому чем больше введено наполнителя, тем дешевле изделие из пластических масс.

Пластификаторы применяют для придания пластмассе большей пластичности при нормальной температуре, облегчают их переработку, снижая температуру перехода полимера в вязко-текучее состояние (например, глицерин, диокрилфталат). Количество пластификатора в пластмассе может достигать 30–50% от массы полимера. Они должны быть химически инертными, малолетучими и нетоксичными веществами.

Красители применяют для придания пластмассам определенного цвета. Они должны быть стойкими во времени, не выцветать под действием солнечного света и т.д. В качестве красителей используют как органические (нигрозин, пигмент желтый, хризоидин и др.), так и минеральные пигменты (охра, мумия, сурик, белила, оксид хрома, ультрамарин и др.).

Катализаторы вводят для сокращения времени отверждения пластмасс. Например, для фенолоформальдегидного полимера ускорителем являются известь и уротропин.

Смазывающие материалы применяют для предотвращения прилипания пластмассы к формам, в которых изготавливают изделия. В качестве смазки используют стеарин, олеиновую кислоту и др.

По отношению к нагреванию пластмассы делят на термопластичные и терморезистивные.

Термопластичные материалы (полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол и др.) при нагревании размягчаются и приобретают пластичность, а при охлаждении отвердевают. Из этих материалов можно отливать, вытягивать и штамповать различные изделия. Недостатком этих пластмасс являются незначительная прочность и теплостойкость.

Терморезистивные материалы (реактопласты) при нагревании переходят в неплавкое, нерастворимое твердое состояние и безвозвратно утрачивают свойства плавиться. Эти материалы обладают повышенной теплостойкостью. К ним относятся аминопласты и пластмассы на основе полиэфирных и эпоксидных смол.

Основные свойства пластмасс. Плотность пластмасс составляет 10-

2200 кг/м³, пластмассы с порошкообразными и волокнистыми наполнителями имеют предел прочности при сжатии до 120–200 МПа, при изгибе до 200 МПа. Прочность на растяжение пластмасс с листообразными наполнителями достигает 150 МПа, а стекловолокнистого анизотропного материала (СВАМ) – 480–950 МПа. Водопоглощение пластмасс очень низкое – у плотных материалов оно не превышает 1%.

Пластмассы не подвергаются коррозии, они стойки против растворов слабых кислот и щелочей, а некоторые, например, из полиэтилена, полистирола и др., стойки к действию даже концентрированных растворов кислот, щелочей, солей; их используют при строительстве предприятий химической промышленности, канализационных сетей для изоляции емкостей.

Пластмассы, как правило, являются плохими проводниками тепла, их теплопроводность $\lambda=0,23-0,8$ Вт/(м °С), в связи с этим пластмассы широко используют в качестве теплоизоляционных материалов, их пористость может достигать 95–98%.

Ценным свойством пластмасс является легкость их обработки – возможность придания им разнообразной, даже самой сложной формы различными способами: литьем, прессованием, экструзией. Большая группа пластмасс позволяет сваривать их между собой, и таким образом, изготавливать сложной формы трубы и различные емкости. Пластмассы хорошо окрашиваются в любые цвета и долго сохраняют цвет.

Пластмассы обладают рядом недостатков. Большинство из них имеют низкую теплостойкость (70–200°С), высокий коэффициент термического расширения, повышенную ползучесть; в них при постоянной нагрузке развивается пластическое течение, большее, чем, например, в стали и бетоне. Со временем некоторые пластмассы стареют, т.е. происходит постепенное их разрушение (деструкция), снижаются прочность и твердость, появляются хрупкость, потемнение. Это происходит под действием света, воздуха, температуры. При возгорании многие пластики выделяют токсичные вещества.

Полимеры. В технологии производства строительных пластмасс полимеры, получаемые синтезом из простейших веществ (мономеров) по способу производства подразделяются на два класса: класс А – полимеры, получаемые цепной полимеризацией, класс Б – полимеры, получаемые поликонденсацией и ступенчатой полимеризацией. Наиболее распространенными полимерами, применяемыми в производстве строительных материалов, являются: по классу А – полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиизобутилен, полистирол, поливинилацетат, поликрилаты и кумароноинденовые полимеры; по классу Б – фенолоальдегидные, фенолоформальдегидные и резорциноформальдегидные полимеры, полимеры на основе амидо- и аминоконденсации, глифталевый полимер, полиуретаны, а также кремнийорганические и эпоксидные полимеры.

Полимерные материалы применяются для: покрытия полов; внутренней отделки стен, потолков и встроенной мебели; в качестве погонных изделий; синтетических клеев и мастик; тепло- и звукоизоляционных материалов; санитарно-технического оборудования, трубопроводов и арматуры.

7.2. Разновидности полимерных строительных материалов

Полимерные рулонные материалы для покрытия полов.

Алкидный линолеум изготавливают на основе модифицированного глифталевого полимера с введением в него наполнителей (пробковой или древесной муки), пигментов и др., добавок, выпускают в рулонах длиной 20 м, шириной 1,8–2,0 м и толщиной 2,5–3 мм.

Глифталевый линолеум выпускают с одно- или многоцветным рисунком, обеспечивает получение малотеплопроводных полов без дополнительных специальных теплоизолирующих прослоек.

Поливинилхлоридный линолеум выпускают на тканевой основе и безосновный. Безосновный одно-, двух- и многослойный производят в рулонах длиной не менее 12 м, шириной 1200–2400 мм, толщиной 1,5–2,1 мм. Кроме того, выпускают тепло- и звукоизоляционный линолеум на войлочной и пористой основе. Имеет большую прочность, хорошую сопротивляемость, не подвержен гниению, имеет малую теплопроводность, гигиеничен.

Поливинилхлоридный теплозвукоизоляционный линолеум на волокнистой основе – двухслойный отделочный материал: верхний слой – поливинилхлоридная пленка, нижний – антисептированная нетканноволокнистая прокладка. Применяют для покрытия полов в жилых зданиях, больницах и детских учреждениях, в других зданиях, где требуются теплые полы.

Ворсолин – представляет собой нетканый двухслойный материал: верхний слой – петельный ворс (или беспетлевой) из синтетической пряжи одно- или многоцветной (смеси капрона с медно-аммиачными волокнами в соотношении 1:1) и нижний – поливинилхлоридная пленочная основа. Выпускают в виде рулонов длиной 12–20 м и шириной 1,0 м. Применяют для покрытия полов по железобетонному основанию в жилых и общественных зданиях с повышенными акустическими и теплотехническими требованиями.

Коллоксилиновый (нитроцеллюлозный) линолеум изготавливают на основе коллоксилина, пластификаторов, наполнителей (гипса, асбеста, глинозема) и красителей. Укладывают на твердое гладкое основание на мастику (кумаронокаучуковую или коллоксилиновую). Этот линолеум запрещается применять для театрально-зрелищных предприятий и детских учреждений.

Резиновый линолеум (релин) – двух- или трехслойный рулонный материал с износостойким декоративным верхним слоем. Основное сырье для нижнего слоя – дробленая старая резина и нефтяной битум или близкий к нему продукт руброкс или асбест 7-го сорта с добавлением серы (для вулканизации резины). Верхний декоративный слой из синтетического каучука с добавлением серы, ускорителей, красителей и наполнителя (белая сажа, каолин, древесная мука). Выпускают в рулонах длиной 9 м, шириной 1000–1400 мм и толщиной $(3 \pm 0,2)$ мм, одно- и многоцветным (мраморовидным). Цветостойкость высокая, повышенная износостойчивость, существенно не меняет своих свойств при колебаниях температуры от -25 до $+85^{\circ}\text{C}$, обладает малой звукопроницаемостью, химической стойкостью и высокими диэлектрическими свойствами, водостоек – для помещений с повышенной влажностью.

Плиточные материалы для покрытия полов изготавливают на основе полимеров, пластификаторов, наполнителей и пигментов. Плитки приклеивают на хорошо выровненное бетонное, асфальтовое или ксилолитовое основание специальными клеями (мастиками). Такие полы трудозатратны, содержат много швов; долговечность и гигиеничность ниже, чем у линолеумных.

Поливинилхлоридные плитки изготавливают на основе поливинилхлорида с использованием в качестве пластификатора дубитилфталата, наполнителя – древесной муки и талька. Размеры плиток: 150x150, 200x200, 300x300 мм, толщина 2 и 3 мм; цвета плиток различные, в том числе и мраморовидные. Их используют не только для полов, но и для облицовки стен.

Кумаронополивинилхлоридные плитки производят из поливинилхлоридного и кумаронового полимера, пластификатор – дубитилфталат, наполнитель – древесная мука, тальк. Эти плитки гигиеничны, химически стойки, поэтому их применяют в местах с повышенной влажностью.

Кумароновые плитки изготавливают из кумаронового полимера (асбестосмоляные), пластификатора – льняного масла, иногда добавляют технический стеарин. Наполнители – асбест, древесная мука, тальк. Для окраски используют минеральные органические пигменты. Полы из этих плиток износоустойчивы, гигиеничны, хорошо моются, водостойки, огнестойки, применяют в помещениях с большим потоком людей (больницы, школы, кафе).

Фенолитовые плитки изготавливают на основе фенолформальдегидного полимера, отвердителя и порошкообразных наполнителей – талька, каолина, слюды, древесной муки и др., прессуют размером 150x150 мм, толщиной 4–6 мм, имеют высокую механическую прочность и устойчивость к воздействию большинства минеральных и органических кислот, отличаются повышенной теплостойкостью, малым водопоглощением.

Резиновые плитки изготавливают методом прессования резиновых смесей на основе каучуков и отходов резины, обладают повышенной износоустойчивостью, химической стойкостью и хорошими диэлектрическими показателями, имеют высокие прочностные показатели на изгиб и удар. Размеры плиток 510x510x26 мм, для отделки полов производственных зданий.

Древесностружечные плиты – листовые материалы, получаемые горячим прессованием органических наполнителей (древесной стружки), обработанных синтетическими полимерами с добавлением антисептики. Применяют трехслойные плиты марки П–3 длиной 2,44; 2,75; 3,50; 3,66 и 5,50 м, шириной от 1,22 до 2,44 м, толщиной 10–24 мм.

Древесноволокнистые сверхтвердые плиты СМ-500 изготавливают прессованием молотой древесной массы, обработанной полимерами, чаще всего фенолформальдегидными, с добавками высыхающих масел и др. компонентов. Для полов в жилых помещениях и интерьерах общественных зданий плиты выпускают длиной 1,2 м, шириной 1,0 м, толщиной 5–6 мм.

Монолитные бесшовные полы, изготавливаемые на основе полимерных материалов, являются наиболее гигиеничными и удобными в эксплуатации, обладают высокой прочностью на истирание. В зависимости от исходного сырья бесшовные полы делят на три вида: поливинилацетатные, полимерце-

ментные и полимербетон. По консистенции составы могут быть пластичные, укладываемые с помощью укладочных машин или виброприспособлений, и наливные, которые наносят распылением или разливом; по назначению – для лицевого слоя, стяжки и шпаклевочного слоя. Выполняются без стыков, наплывов, раковин и шероховатостей поверхности по всей площади, с однородным цветом для жилых, общественных и промышленных зданий.

Погонажные архитектурно-строительные изделия – плинтусы, поручни для лестничных перил, балконов и других ограждений, защитные и декоративные накладки на проступи лестничных маршей, раскладки для крепления листовых материалов, нащельники и др. Могут быть жесткие, полужесткие и мягкие, различных цветов с глянцевой или матовой поверхностью, получаемые методом экструзии на основе суспензионного поливинилхлорида. Наполнителем служит мел или тальк, пластификатором – диоктилфталаты, в качестве связующего вещества полиэтилен высокого давления.

Стеклопластиковая арматура является одним из самых востребованных современных стройматериалов, получивших широкую известность в мире, что объясняется тем, что стеклопластик имеет ряд преимуществ по сравнению с арматурой из металла (рисунок 7.1).



Рисунок 7.1 – Стеклопластиковая арматура

Стеклопластиковая арматура состоит из стеклянного ровинга, пропитанного эпоксидным компаундом, который и образует композитные стержни. Стекловолоконная арматура благодаря своим компонентам обладает уникальной прочностью на разрыв, которая более чем в 2,5 раза выше, металлической арматуры, она, так же как и металлическая армируется периодическим профилем для увеличения прочности и улучшения адгезии с бетоном. Стеклопластиковая арматура уже успела завоевать популярность у многих строителей за счет своего веса, цены, прочности и долговечности.

Достоинства стеклопластиковой арматуры:

- небольшой удельный вес, значительно снижает вес конструкций;
- низкая теплопроводность, не образуются мостиков холода, значительно улучшает их теплоизоляционные параметры;
- высокая гибкость позволяет поставлять в бухтах, сокращая расходы на логистику;

– долговечность внутри бетонной конструкции, из металла, находясь в изолированном состоянии, также не подвергается негативному влиянию внешних факторов;

– углепластиковая арматура – диэлектрический материал, менее подвержена коррозии;

– по сравнению металлическими, стеклопластиковые изделия не подвержены воздействию химически активных сред, что особенно актуально в случаях возведения строений в зимнее время, когда в бетон добавляются различные солевые растворы, ускоряющие процесс застывания;

– являясь диэлектриком, углепластиковая арматура не создает радиопомех внутри здания, в отличие от металлических прутков.

Недостатки стеклопластиковой арматуры:

– не выдерживает воздействия высоких температур;

– достаточно высокая стоимость – это условный недостаток, если учитывать тот факт, что для армирования бетонных конструкций можно использовать стеклопластиковую арматуру меньшего диаметра в сравнении с изделиями из металла;

– плохо гнется, что ограничивает ее использование при создании укрепляющих каркасов для бетонных конструкций;

– плохо выдерживает нагрузки на излом, что очень критично для бетонных конструкций;

– обладает меньшей жесткостью, из-за этого плохо переносит вибрационные нагрузки, возникающие при заливке, поэтому к жесткости подобных бетонных конструкций предъявляются достаточно высокие требования.

Трубы и санитарно-технические изделия применяются на монтаже различных трубопроводов в промышленности, а также при сооружении водопроводов, канализации, нефтепроводов, ирригационных систем и т.д. Наибольшее распространение получили полиэтиленовые, поливинилхлоридные, стеклопластиковые трубы и трубы из органического стекла, а также из полипропилена и фенолита. Полипропиленовые трубы хорошо работают при температуре до 100⁰С, а фенолитовые в условиях химической агрессии. Пластмассовые трубы более долговечны, чем металлические, не подвержены электрохимической коррозии, имеют меньшую массу и теплопроводность, высокую водо- и химическую стойкость, дешевле. Недостатком пластмассовых труб является малая теплостойкость, например, поливинилхлоридные трубы непригодны для транспортирования жидкости с температурой выше 60⁰С.

Санитарно-технические изделия из пластмасс имеют привлекательный вид, водостойки, легки, прочны и коррозиестойки, устойчивы против растворов кислот и щелочей. К ним относятся умывальники, ванны, раковины, душевые кабины, вентиляционные решетки, мойки и т.д. Крупногабаритные изделия (ванны) прессуют методом эластичного пуансона, мелкие (вентиляционные решетки) – методом литья под давлением. Применение полимеров позволяет получать изделия любых светлых тонов, включая белоснежный.

7.3. Полимерные материалы в гидротехническом строительстве

В настоящее время одним из распространенных искусственных материалов при возведении гидротехнических сооружений стала объёмная георешётка, которая считается надёжным элементом защиты от разрушения склонов и откосов.

Георешётка представляет собой ячеистую конструкцию, изготовленную из текстурированных полимерных полос, соединённых между собой в шахматном порядке в результате термической или ультразвуковой сварки линейных швов. Объёмная георешётка – это трёхмерная ячеистая конструкция, в производстве которой предусмотрено применение высокопрочной полиэтиленовой ленты, которые обработаны особой технологией, способных выдерживать значительные нагрузки.

Георешетки, разделяют по методу изготовления, типу материала, и внешним данным (вид и размер). На практике это достаточно удобный в использовании материал, имеющий как плюсы, так и минусы.

Достоинства георешетки: высокая дренирующая способность; повышение устойчивости откосов; устойчивость к механическим повреждениям и другим внешним воздействиям; долговечность эксплуатации; простота монтаж; экологичность; компактность и практичность транспортировки.

Недостатки: длительность и трудоемкость устройства; используется только для проницаемых грунтов; ограничена в использовании для крутых склонов.

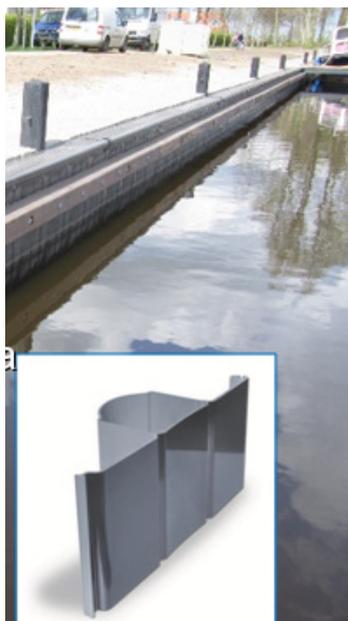


Рисунок 7.2 – Применение георешетки для закрепления откосов канала

Размеры ячеей георешетки принимаются с учетом уклона откоса, так при углах наклона откоса менее 10° ребро ячейки принимается до 50 мм; при $10^{\circ} - 30^{\circ}$ – 100 мм; при $30^{\circ} - 45^{\circ}$ – 150 мм; при уклонах откоса более 45° – 200 мм.

Пластиковые шпунты в гидротехническом строительстве – пластиковые шпунты представляют собой полимерные шпунты трубчатого типа (имеется специальное отверстие для установки внутренних свай), произведенные методом экструзии с характерным объемным профилем для комбинированного применения совместно с металлическими или деревянными сваями. В качестве деревянных свай могут использоваться сваи круглого или квадратного сечения (рисунок 7.3). Устанавливаются шпунты методом вибропогружения в грунт (рисунок 7.3 в).

а)



б)



в)



а, б – шпунты трубчатые ПВХ; в – берегоукрепление шпунтовыми сваями из ПВХ

Рисунок 7.3 – Примеры использования шпунтов из пластиковых материалов

Основная функция шпунтовых конструкций при строительстве объектов гидротехнического и транспортного назначения – укрепление и защита грунтовых массивов от сползания и размывов. В установленном виде система – легкое гравитационное удерживающее сооружение в форме сплошной шпунтовой стенки. Герметичные замки предотвратят фильтрацию воды в тело насыпи и защитят конструкцию дороги от разрушения.

Шпунтовые стены максимально эффективны для долговечной защиты берегов рек, озер, искусственных водоемов и каналов от разрушения волнами, быстрым течением или под действием водной эрозии. В сравнительном анализе стоимость комбинированной шпунтовой стены выгоднее, чем железобетонные или габионные конструкции при одинаковых технических показателях.

Полимербетон в гидротехническом строительстве. Полимербетоны как высоконаполненные полимерные композиции, полученные на синтетическом связующем, в силу высокой износостойкости и водостойкости применяют в облицовках гидротехнических сооружений. Некоторые элементы гидротехнических сооружений – водоприемники, водосливы, водопропускные лотки – испытывают большое истирающее воздействие потоков воды с взвешенными и донными, перемещаемыми наносами. Такие воздействия особенно характерны для паводковых периодов в горных районах. При прохождении высокоскоростных потоков воды разрушение материала облицовки возможно от действия кавитации. В таких условиях бетонная облицовка разрушается иногда за один год эксплуатации, облицовка металлическими листами толщиной 20 мм – за 4...5 лет, полимербетонная же облицовка из синтетической смолы на основе мономера ФА выдерживает более 10 лет.

В практике гидротехнического строительства используются главным образом фурановые полимербетоны, характеризующиеся минимальной стоимостью при достаточно высоких эксплуатационных свойствах.

Работы по приготовлению и укладке полимербетона должны производиться при сухой погоде с использованием сухих наполнителей и заполнителей. Для обеспечения сцепления полимербетона с основанием последнее должно быть сухим и очищенным от пыли и грязи. При больших площадях бетонирования и высоких изнашивающих нагрузках рекомендуется армирование стальными сетками. На особо нагруженных участках используют дисперсионно-армированный полимербетон. Толщина слоя укладываемого бетона 100...200 мм, назначается в зависимости от степени изнашивающих воздействий на конструкцию. При укладке смеси температура окружающего воздуха должна быть не ниже 10...15°C.

Полимербетонные трубы. Полимербетоны используют для производства дренажных труб. Есть опыт изготовления таких труб из полимербетона на карбамидной смоле УКС, на мономере ФА и этинолевом связующем. В качестве заполнителя в таких полимербетонах используют керамзит. Применение полимербетонных дренажных труб позволяет упростить устройство дренажа, отказавшись от рыхлых обсыпок, без снижения долговечности дренажной системы.

7.4. Старение и деструкция полимерных материалов

Распад, или деструкция, полимерных материалов в строительстве может происходить по разным причинам. Так, нагрев полимеризационных пластических масс до температуры расплавления часто сопровождается так называемой термоокислительной деструкцией.

Механизм старения полимеров в строительстве различен в зависимости от их состава и внешних воздействий. Существенно при этом и то, с каким катализатором отверждалась смола. Так, например, если эпоксидная смола отверждена полиэтиленполиамином, то термодеструкция протекает быстрее и при менее высокой температуре, чем при отверждении ее малеиновым ангидридом.

Свет, как известно, вызывает распад полимеров и инициирует в них развитие окислительных процессов. Фотоны «ударяют» в отдельные точки больших молекул и разрушают их топохимически. При этом часто протекает цепная реакция, т. е., начавшись в одном месте, она вызывает целый ряд других изменений, приводящих к разрушению.

В большинстве случаев процессы старения протекают на поверхности полимеров там, где происходит поглощение света, кислорода или озона. Поэтому весьма целесообразно применять такие конструкции, где бы полимер был укрыт от света и окисления, а также на юге или на севере, под дождем или в сухом месте.

С целью предотвращения или уменьшения явлений старения прибегают к способу стабилизации полимеров.

Введение в состав полимерных материалов в строительстве мельчайших частичек хромата свинца, окиси железа, а лучше всего тонкодисперсной сажи повышает, например, срок службы полиэтилена в атмосферных условиях в несколько раз. Уже 3% добавки сажи к полиэтилену могут значительно улучшить срок его службы (рисунок 7.4).

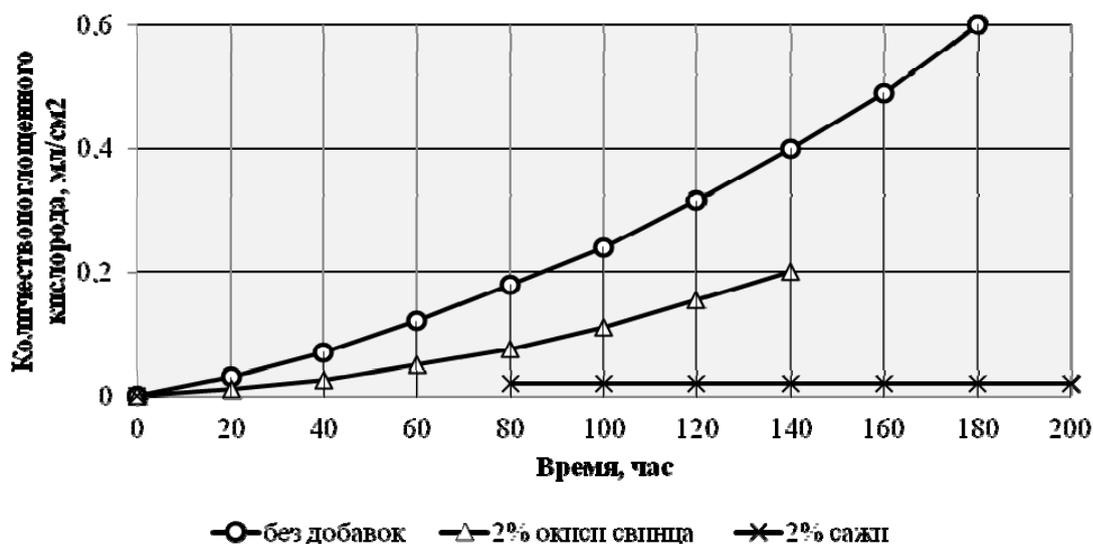


Рисунок 7.4 – Влияние различных добавок на скорость окисления полиэтилена при облучении

Следует иметь в виду, что отдельные «противостарители» (антиоксиданты) или ингибиторы, полезные для одного вида материалов, другие могут оказаться вредными – стимулирующими распад материала, а в некоторых случаях целесообразно использовать комбинацию из двух или трех противостарителей.

Контрольные вопросы

1. *Пластмассы – как строительные материалы, классификация.*
2. *Наполнители, заполнители и добавочные вещества в полимерных строительных материалах.*
3. *Основные свойства пластмасс.*
4. *Полимерные рулонные материалы для покрытия полов.*
5. *Полимерные плиточные материалы для покрытия полов.*
6. *Погонажные и санитарно-технические изделия из пластмассы.*
7. *Стеклопластиковая арматура – свойства и сравнительная характеристика.*
8. *Применение полимерных материалов в гидротехническом строительстве – назначение, разновидности.*
9. *Пластиковые шпунты в гидротехническом строительстве.*
10. *Полимербетон в гидротехническом строительстве.*
11. *Распад, или деструкция, полимерных материалов в строительстве.*
12. *Меры по предотвращению или уменьшению интенсивности процесса старения полимерных материалов.*

Лекция 8. ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

План лекции.

8.1. Критерии качества, методы исследований и оценки качества строительных материалов.

8.2. Разрушающие и неразрушающие методы оценки качества строительных материалов.

8.3. Приборы и оборудование для выполнения контрольных замеров параметров материалов.

8.4. Основные направления использования информационных технологий в строительстве.

8.1. Критерии качества, методы исследований и оценки качества строительных материалов

Качество строительства – это соответствие возведенных зданий и сооружений и их частей проектным решениям и нормативам.

Общими внешними регуляторами качества в строительстве являются лицензирование строительной деятельности, система сертификации материалов в строительстве, технический надзор за производством строительномонтажных работ, выборочные проверки качества строительства объектов главной инспекцией Госархстройнадзора (ГАСН), а также производственными (ведомственными) инспекциями строительных организаций (СНиП 3.01.01-85*, п.7.10 «Организация строительного производства»).

Качество строительной продукции является комплексным результатом по всей технологической цепи ее создания – от инженерной подготовки объекта к строительству до ввода его в действие.

Различают два вида качества:

– потребительское – степень соответствия конечного продукта (квартиры, дома, предприятия и др.) требованиям потребителя;

– производственное – соответствие продукции нормативным требованиям, которое связано с проектированием, изготовлением строительных материалов и изделий и производством строительномонтажных работ.

В обобщенном виде качество объекта определяется качеством проекта, строительных материалов и изделий, а также качеством производства строительномонтажных работ.

Качество строительномонтажных работ регламентируется нормами СНиП (часть 3), устанавливающими состав и порядок осуществления контроля, оформление скрытых работ, правила окончательной приемки готового объекта и т. д.

Скрытые работы – работы, которые после выполнения других последующих работ становятся недоступными для визуальной оценки (подготовка оснований под фундаменты, гидроизоляция стен, арматура монолитных конструкций, закладные детали и т. д.). Скрытые работы оформляются

актами за подписью производителя работ и представителя технадзора. Для оформления актов на сложные и ответственные работы создаются специальные комиссии.

Допуски (разрешаемые) – возможные отклонения в размерах деталей, конструкций, помещений и т. д., которые приведены в СНиПах и технических условиях, отступления от которых считается браком. Обязанность прораба и представителя технадзора следить за качеством строительно-монтажных работ. Представитель технадзора имеет право заставить переделать некачественно выполненные работы.

Дефект – каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям, различают следующие виды дефектов:

- явный – для выявления, которого в нормативной документации, обязательной для данного вида контроля, предусмотрены соответствующие методы, правила, средства;

- скрытый – для выявления, которого в нормативной документации, обязательной для данного вида контроля, не предусмотрены соответствующие методы, правила, средства.

- критический – при наличии, которого использование продукции по назначению практически невозможно или недопустимо.

- значительный, существенно влияющий на использование продукции по назначению и (или) на ее долговечность, но не является критическим.

- малозначительный, существенно не влияющий на использование продукции и ее долговечность.

- устранимый – устранение, которого технически возможно и экономически целесообразно.

- неустраиваемый – устранение, которого технически невозможно или экономически нецелесообразно.

Дефекты при производстве работ могут иметь разную причину. Из-за некачественно выполненной заделки стыков стеновых панелей создается непривлекательный вид фасада и нарушается температурно-влажностный режим в помещениях. Интенсивная коррозия закладных деталей приводит здание в аварийное состояние, что влечет за собой дополнительное выполнение сложных и трудоемких ремонтных работ.

Качество продукции характеризуется совокупностью следующих критериев: технический уровень; стабильность показателей качества; экономическая эффективность; конкурентоспособность на внешнем рынке.

Рассмотрим основные критерии и показатели качества строительной продукции.

Надёжность – общее свойство, проявляющее все остальные свойства изделий в процессе эксплуатации. Надёжность характеризуется рядом свойств: долговечностью, безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью.

Долговечность – это свойство изделия сохранять своё работоспособное состояние в течение заданного срока службы. Так, для железобетонных конструкций нормами предусмотрены три степени долговечности, соответст-

вующие срокам службы: 1 – не менее 100 лет, 2 – 50 лет и 3 – 20 лет.

Безотказность – способность объекта сохранять работоспособное состояние в условиях эксплуатации без вынужденных перерывов на ремонт. Показателем этого свойства служит вероятность безотказной работы материала (изделия).

Отказом называют потерю работоспособности, то есть такую неисправность, при которой хотя бы один из основных параметров выходит за пределы установленных допусков.

Ремонтопригодность – свойство изделия, в приспособленности к восстановлению исправности и сохранению заданных параметров после устранения отказа. Показатель ремонтпригодности – среднее время ремонта на один отказ данного вида, а также трудоёмкость и стоимость устранения дефектов, вызвавших отказ.

Сохраняемость – свойство изделия сохранять характеристики при хранении, транспортировании в соответствии с технической документацией на него. Сохраняемость оценивается временем хранения и транспортирования до возникновения неисправности.

При выборе материала для строительного объекта определяющее значение имеют экономические показатели. При одинаковых технических характеристиках выбирается наиболее экономичный, прежде всего местный строительный материал. При этом учитываются транспортные и эксплуатационные расходы, а также показатели долговечности и надёжности работы материала в конструкции.

По признаку решения различных задач методы исследований и испытаний материалов и изделий разделяют на:

- визуальные и инструментальные;
- механические, химические, физические, физико-химические и технологические;
- исследования тонкого строения и структуры и их изменений;
- разрушающего и неразрушающего контроля и др.

Так, например, железобетонные изделия проверяют на прочность, размещение армирующих элементов, наличие защитной оболочки.

Рулонные кровельные материалы – на теплостойкость, водопоглощение, геометрию и деформацию параметров при изменении температуры.

Щебень, песок и иные материалы проверяют по зерновому составу, прочности, наличия фрагментов слабых пород, пылевидных, комковатых и глинистых частиц, насыпной влажности и плотности.

Различные виды бетона (ячеистые, мелкозернистые, тяжелые) и их смеси проверяют на прочность, в том числе на сжатие и растяжение, плотность, морозостойчивость, водопоглощение и влагонепроницаемость, удобоукладываемость, степень пористости, массу и способность слоиться.

Кирпич, керамику испытывают на прочность, впитываемость влаги, оценивают соответствие внешнего вида и веса критериям нормы.

Металлические конструкции подвергают неразрушающим испытаниям, в том числе проверкам на растяжение, изгиб, удлинение.

8.2. Неразрушающие и разрушающие методы оценки качества строительных материалов

Качество материалов, в том числе строительных, оценивается совокупностью технических характеристик, отражающих степень воздействия механических, физических, химических и физико-химических факторов, которые можно оценить различными методами.

Неразрушающие методы контроля материалов и изделий.

Обследование строительных конструкций зданий и сооружений неразрушающими методами контроля направлено на определение характеристик технического состояния всего строения, а также отдельных конкретных строительных конструкций сооружения, и выявление необходимости в дополнительном усилении или реконструкции составляющих его элементов.

Технические характеристики строительных конструкций зданий и сооружений с течением времени изменяются, и, как правило, не в лучшую сторону, что негативно сказывается на его эксплуатационных характеристиках. И эти перемены важно вовремя обнаружить, лучше всего на начальном этапе развития, до возможного возникновения критических дефектов и повреждений. Эти изменения, можно определить при выполнении обследования с применением специальных приборов.

Неразрушающие методы контроля позволяют сохранить целостность и внешний вид строительных конструкций в полном объёме. Время проведения обследования при этом значительно сокращается. Испытания можно проводить неоднократно, оценивая прочность материалов, их однородность, влажность и так далее.

Неразрушающие методы испытаний основаны на взаимосвязи прочности с какой-либо другой характеристикой материала, определяемой с помощью физических приборов или ударных инструментов.

Неразрушающий контроль служит для массового контроля качества продукции. Работа приборов неразрушающего контроля основывается на принципах изменения свойств предмета при наличии дефектов. Различают механические, ультразвуковые, радиационные неразрушающие методы контроля строительных материалов.

Механические методы.

1. Огнестрельный метод:

а) если объем воронки от выпущенной револьверной пули 1 см^3 , то прочность бетона – 30 МПа (1930-е годы);

б) позднее для этого использовали строительно-монтажный пистолет, с помощью которого загоняли дюбели длиной 60 мм и диаметром 5,5 мм. В зависимости от глубины проникновения определялась марка бетона.

2. Метод процарапывания – по твердости при процарапывании зубилом (штрихи до 1 мм – 10–20 МПа; малозаметные штрихи – более 20 МПа).

3. Метод простукивания – простукивание молотком (бетоны – до 20 МПа), вес молотка 300–400 г. До 10 МПа – звук глухой, остается вмятина с плавными краями; 10–20 МПа – звук чистый, беловатый след; более 20 МПа

– звук звонкий, едва заметный след.

4. Метод толчения – кусочки цементно-песчаного раствора из бетонной конструкции разбивают с помощью специального копра до определенной величины зерен.

5. Метод выдергивания металлических стержней – прочность определялась по величине усилия при выдергивании арматурных стержней.

6. По поверхностной твердости. Используется шариковый молоток массой 250 г при локтевом ударе. Подобный принцип использован в молотке Кашкарова.

7. Принцип упругого отскока. О прочности бетона судят по величине упругого отскока металлического бойка от поверхности бетона (молоток Шмидта).

Ультразвуковая дефектоскопия.

1. Теневой метод (контроль пустот и дефектов).

2. Импульсный метод позволяет контролировать прочность. Дефекты – в зависимости от скорости прохождения ультразвука через бетон и характера их поглощения.

3. Резонансный (контроль толщины изделий, дефектов). Если частота ультразвуковых колебаний совпадает с собственной частотой изделия, возникает резонанс. Если резонанс происходит на других частотах, это означает, что есть дефект.

Радиационная дефектоскопия – рентгено- и гаммаграфический метод контроля – это метод получения на рентгеновской пленке или экране изображения предмета (изделия), просвечиваемого рентгеновским или гамма-излучением, используется в основном для контроля сварных соединений.

Одним из серьезных недостатков радиационных методов контроля является ненадежное выявление микротрещин. Поэтому при контроле сварных изделий ответственного назначения радиационные методы сочетаются с другими методами неразрушающего контроля: ультразвуковым, магнитным, люминесцентным и пр.

Разрушающие методы – это методы проверки соответствия параметров и свойств изделий, конструкций и материалов, из которых они изготовлены, в результате которых могут быть нарушены их эксплуатационные свойства.

Разрушающий контроль служит для количественного определения максимальной нагрузки на предмет, после которой наступает разрушение. В некоторых случаях контроль проводят с частичным нарушением целостности материала изделия, т.е. путем испытаний без разрушения изделия.

Цель разрушающего метода – это исследование свойств материала путем достижения им предельного состояния, т.е. разрушения. Метод необходим для накопления экспериментальной базы, на основе которой можно улучшить технологию изготовления изделий.

Различают следующие методы разрушающего контроля.

Механические статические испытания – вид разрушающих испытаний, при котором исследуемый материал однократно подвергается воздей-

вию медленно нарастающей или постоянной нагрузки. К статическим испытаниям относят испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение и ползучесть. Данный вид испытаний является наиболее часто применяемым и позволяет оценить большое количество параметров материала, характеризующих его прочностные и пластические свойства.

Механические динамические испытания – вид разрушающих испытаний, при котором исследуемый материал подвергается воздействию ударной нагрузки и достигается высокая скорость деформации. Самым распространенным является испытание на ударный изгиб. Испытания, как правило, проводятся при комнатной или пониженной температурах. Данный вид испытаний позволяет оценить склонность металла к хрупкому разрушению.

Измерение твердости (твердометрия) – вид разрушающих испытаний, при котором оценивается способность материала сопротивляться проникновению в него другого тела, не получая остаточной деформации. Существует множество методов измерения твердости (шкал), среди них методы Бринелля, Роквелла, Виккерса, Шора и другие. Измерение твердости является одним из широко распространенных видов. Среди преимуществ данного вида испытаний возможность проведения измерений непосредственно на детали, простота и оперативность испытания, компактность приборов.

Испытания на коррозионную стойкость – вид разрушающих испытаний, при котором производится оценка скорости и типа коррозии, а также устанавливается состав и свойства продуктов коррозии, эффективность защитных покрытий. Подобные испытания проводятся в таких отраслях, как судостроение, нефтегазовая промышленность, машиностроение и строительство. Ускоренные коррозионные испытания, в них создаются условия, вызывающие быстрое коррозионное разрушение вследствие увеличения агрессивности среды.

Климатические испытания – применяются с целью подтверждения жизнеспособности материалов и изделия для эксплуатации в условиях, отличных от нормальных и приближенных к экстремальным. Под экстремальными условиями подразумевается воздействие внешних факторов: климат и сопутствующие ему особенности; индивидуальные параметры места эксплуатации испытываемой продукции. Проведение климатических испытаний проводится в специальной камере, воссоздающей все необходимые условия.

Термические испытания – проверка свойств материала при пониженных и повышенных температурах. В зависимости от материала образца используют различные методы изменения его температуры: пропускание тока, электронный, кондукторный, индукционный, радиационный, конвективный.

Радиационные испытания – испытаниям на радиационное воздействие подлежат материалы и изделия, эксплуатируемые на АЭС. Результатами данных испытаний характеризуется стойкость образца к источникам ионизирующего излучения.

Технологические испытания – вид разрушающих испытаний для оценки способности материала воспринимать определенную деформацию в условиях, максимально приближенных к производственным. К технологическим

испытаниям относят испытания на сплющивание, загиб, раздачу, бортование и осадку. Оценка материала по результатам необходима для определения пригодности материала для изготовления изделий по технологии, предусматривающей значительную и сложную пластическую деформацию.

Достоинства и недостатки разрушающих методов.

Достоинства:

- позволяют получать более точные количественные характеристики исследуемого материала;
- дают непосредственную оценку прочности, жесткости и трещиностойкости конструкции, а также механическим характеристикам материалов;
- позволяют проводить исследования моделей конструкций для наиболее полного определения критических нагрузок.

Недостатки

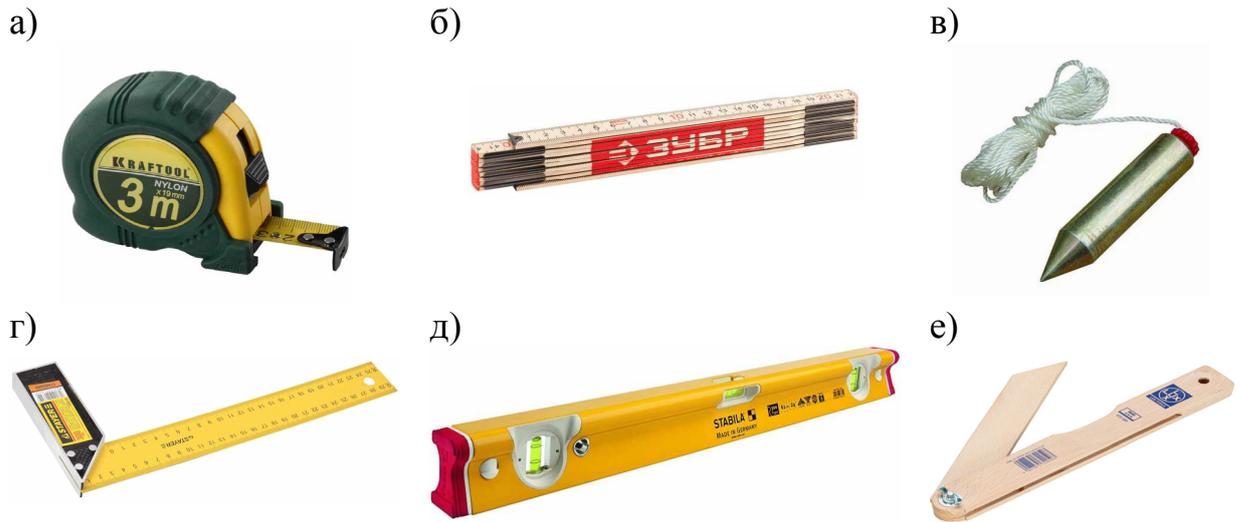
- приводит к полному разрушению или повреждению объекта контроля;
- разрушающий контроль не может дать полной уверенности в высоком качестве всей партии изделий, так как осуществляется выборочно;
- после испытаний разрушенные изделия выбрасывают или перерабатывают для повторного использования составляющих материалов. Это вызывает дополнительные материальные и трудовые затраты;
- энергоемки, требуют специальных приборов, услуг лаборатории;
- отбор образца материала связан с ослаблением исследуемого элемента и необходимостью последующего восстановления поврежденных мест.

8.3. Приборы и оборудование для выполнения контрольных замеров параметров материалов

Одной из важнейших проблем, определяющих стратегию развития современного строительного материаловедения, является повышение качества строительных материалов и изделий, а совершенствование, оптимизация и стабилизация свойств строительных материалов и изделий является главной составляющей научно-технического прогресса в строительной индустрии. Этому во многом способствуют современные технические средства исследования, контроля и оценки строительных материалов – приборы и оборудование, которые призваны определять качество строительных работ, насколько точно соблюдались технологии при изготовлении материалов, при строительстве или реконструкции здания.

В настоящее время при строительном контроле используются разнообразные приборы и оборудование, в том числе и простейшие – ручные, к которым относят рулетки, линейки, угольники и пр. (рисунок 8.1), являющиеся универсальными, используемыми для измерения различных элементов и деталей.

Рулетка – гибкая линейка для измерения линейных размеров, выполненная в виде металлической ленты с делениями, равными 1 мм, сматывается в корпус, который может изготавливаться из пластика или металла.



а – рулетка; б – складной метр; в – отвес; г – угольник; д – ватерпас (уровень); е – малка

Рисунок 8.1 – Ручной строительный измерительный инструмент

Складной метр – измерительный инструмент, собранный в единую конструкцию из металлических, деревянных или пластиковых отрезков в развернутом виде достигает длины в один метр. Длина одного звена составляет, как правило, 10 см, с делениями, равными 1 мм.

Отвес – это самый простой, но незаменимый измерительный инструмент, которым пользуется каждый строитель. Отвес представляет шнур, на конце которого привязан металлический конусообразный груз. Его используют в тех случаях, когда необходимо контролировать вертикальность выполнения работ, например, при кирпичной кладке.

Угольник изготавливают из дерева или металла и используют для выведения прямых углов в строительных конструкциях и изделиях.

Ватерпас (пузырьковый уровень). С помощью этого инструмента определяют ровность горизонтальной и вертикальной поверхностей. Длина уровня может варьироваться от 0,3 м до 2,5 м. Корпус уровня изготавливается из любого легкого материала, например, пластика, и имеет три стеклянные колбы, частично заполненная специальной жидкостью с пузырьком, именно положение пузырька позволяет определять ровность и уровень уклона поверхности. При использовании только одной колбы, можно отслеживать точность только горизонтально расположенных объектов, при двух – горизонтальных и вертикальных, при трех – используются возможности поворотного уровня.

Малка – это инструмент для разметки и переноса углов, черчения параллельных линий. Ее конструкция состоит из обоймы и линейки, скрепленных между собой шарниром. Если угольник может применяться в любой сфере строительства, малку чаще всего используют при монтаже стропил.

Приборы для механической оценки прочности бетона используются при локальном механическом воздействии на бетон – удар, отрыв, скол, вдавливание, отрыв со скалыванием, упругий отскок (рисунок 8.2).



а – молоток системы И.А. Фиаздёля; б – молоток К.П. Кашкарова; в – молоток (склерометр) Шмидта; г – измеритель прочности ОНИКС-2.5; д – то же ОНИКС-ОС; е – то же ОНИКС-1.СР

Рисунок 8.2 – Приборы для механической оценки прочности бетона

Различают косвенные методы определения прочности бетона – по предварительно установленным градуировочным зависимостям и прямые, предусматривающие стандартные схемы испытаний (отрыв со скалыванием, скалывание ребра) и допускающие применение известных градуировочных зависимостей без привязки и корректировки.

Молоток системы И.А. Фиаздёля – наиболее простой в испытаниях прибор динамического действия, масса его ударной части 250 г, которая заканчивается стальным шариком диаметром 17,48 мм. Методика испытаний – на наиболее гладкую и чистую поверхность бетонного изделия намечают

точки и наносят 5-10 локтевых ударов, замеряют диаметр лунок и по градуировочной кривой определяют прочность бетона.

Молоток К.П. Кашкарова имеется сменный (эталонный) стержень диаметром 12 мм из стали марки СтЗсп2 с одним заостренным концом, согласно ГОСТ 22690-88, длина молотка 300 мм, вес 0,9 кг. Методика проведения испытаний аналогична работе с молотком И.А. Фиаздэля. При помощи углового масштаба или измерительной лупы замеряется размер наибольшего диаметра лунок, получившихся на бетоне и стержне. При этом отпечатки неправильной формы не учитываются. Из полученных диаметров вычисляется среднеарифметическое, что и равно косвенному значению прочности бетона. Диапазон определения прочности от 50 до 500 кг/см².

Недостатком указанных приборов является неточность результатов, связанная с невозможностью выполнения равнозначных по силе ударов молотка.

Молоток (склерометр) Шмидта Для определения прочности методом отскока применяют. Прибор состоит из металлического круглого корпуса, внутри которого имеется сердечник-боек и пружина. Склерометр является механическим устройством для быстрого неразрушающего контроля качества материалов, в основном бетона. Измерение прочности на сжатие происходит без разрушения материалов.

Измерители прочности системы ОНИКС, принцип работы которых основан на корреляционной зависимости параметров ударного импульса от прочности контролируемого материала. *ОНИКС-2.5, ОНИКС-2.6*, предназначены для оперативного измерения прочности и однородности бетона методом ударного импульса. Прибор *ОНИКС-1.0С* позволяет измерить прочность бетона методом отрыва со скалыванием. Прибор *ОНИКС-1.СР* позволяет измерить прочность бетона методом скола ребра, когда метод отрыва со скалыванием не возможен из-за присутствия в бетоне арматуры.

Приборы визуально оптического метода контроля.

Комплект инструмента ВИК предназначен для визуального и измерительного контроля качества основного материала и сварных соединений (наплавки) при изготовлении, строительстве, монтаже, ремонте, реконструкции, эксплуатации, техническом диагностировании (освидетельствовании) технических устройств и сооружений на всех этапах от входного контроля до оценки состояния материала в процессе эксплуатации зданий и сооружений, в том числе по истечении установленного срока их эксплуатации, в соответствии с требованиями РД-03-603-03.

Комплект инструментов ВИК–эксперт (рисунок 8.3) включает: лупы различной инспекционное телескопическое зеркало; светодиодный карманный и налобный фонарь; набор универсальных и радиусных шаблонов и щупов зазорных; линейка металлическая; штангенциркуль; угольник поверочный; метр складной и рулетка металлические; маркер по металлу; планшетный компьютер или нетбук с функцией фотографирования и видеозаписи; измерительный USB микроскоп; гибкий технический USB эндоскоп.



Рисунок 8.3 – Комплект инструментов ВИК–эксперт

Приборы для акустического контроля качества материала.

Акустический вид неразрушающего контроля относится к одному из самых распространённых методов, и осуществляется он при использовании специальных приборов,

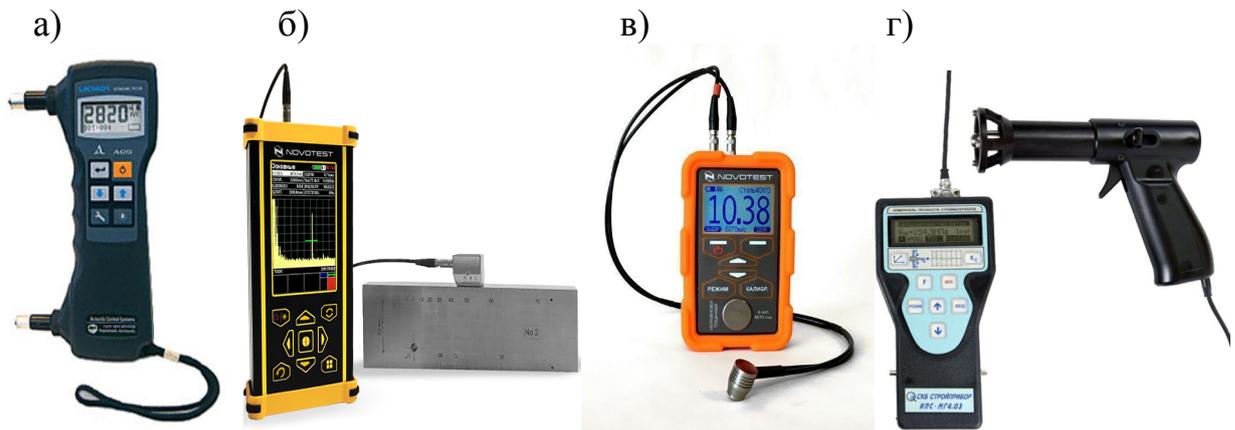
Ультразвуковая дефектоскопия полностью неразрушающий и безопасный метод контроля, поэтому применение ультразвуковых дефектоскопов хорошо зарекомендовало себя в основных производственных, технологических и сервисных отраслях, особенно в области сварных швов для контроля качества сварки и конструкционных металлов.

Измерительные приборы для ультразвуковых испытаний изготавливают серийно. Они переносные и позволяют измерять время распространения ультразвуковых импульсов в различных материалах (рисунок 8.4).

Ультразвуковой тестер УК1401М предназначен для измерения времени и скорости распространения продольных ультразвуковых волн в твердых материалах с целью определения прочности и целостности материалов и конструкций.

Основные области применения прибора:

- определение прочности бетона в эксплуатируемых сооружениях в сочетании с методом «отрыв со сколом»;
- оценка несущей способности бетонных опор по отношению скоростей распространения ультразвука вдоль и поперек оси опоры.



а – тестер бетона УК1401М; б – дефектоскоп NOVOTEST УД2301-М;
в – толщиномер УТ-1; г – измеритель прочности бетона ИПС-МГ4.03

Рисунок 8.4 – Приборы для ультразвуковых испытаний и оценки прочностных характеристик бетона

Дополнительные возможности прибора:

- поиск приповерхностных дефектов в бетонных сооружениях по распространения ультразвука в дефектном месте по сравнению с областями без дефектов;
- оценка глубины трещин, выходящих на поверхность бетона (камня);
- оценка пористости и трещиноватости горных пород, степени анизотропии и текстуры композитных материалов;
- оценка сходства или различия упругих свойств материалов или образцов одного материала друг от друга, а также возраста материала при условии изменения его свойств от времени.

Ультразвуковой дефектоскоп NOVOTEST УД2301 предназначен для проведения неразрушающего контроля качества материалов, конструкций и изделий из металлов, композиционных материалов, стекла, пластика и иных материалов способных проводить ультразвук с невысокой степенью затухания. Позволяет обнаруживать различные внутренние дефекты, нарушения однородности изделий и конструкций, измерять толщину стенок с односторонним доступом к объектам контроля, проводить контроль качества сварных соединений. Прибор позволяет отображать сигнал в виде В-скана и проводить полный документальный контроль сохраняя результаты измерений в собственную память и на персональный компьютер.

Ультразвуковой толщиномер УТ-1 незаменим, при необходимости измерения толщины изделия или конструкции при наличии доступа только с одной стороны. Обладает функциями и свойствами: подключения разнообразных преобразователей, в зависимости от материала; автоматического определения типа подключенного преобразователя и возможность загрузки необходимых настроек из памяти прибора; графического индикатора с подсветкой; быстрой настройки на объект, исходя из скорости ультразвука, либо из толщины режим задержки в призме (компенсации нуля преобразователя).

Назначение измерение толщины:

- изделий из металла и конструкций, имеющих односторонний доступ: резервуаров, емкостей, труб, сосудов, а также конструкций, имеющих грубую корродированную поверхность;
- объектов, выполненных из полимерных материалов (полимерное литье, пластиковые трубы), стеклянных изделий;
- чугунных изделий и конструкций, из нержавеющей стали и других материалов, имеющих крупнозернистую структуру

Измеритель прочности бетона ИПС-МГ4.03 используется на основе ударного импульса для определения и контроля прочности бетона, кирпича, растворов при строительстве. Дисплей экрана с подсветкой оснащен функцией просмотра промежуточных значений. Память прибора рассчитана на хранение данных 500 значений замеров в режиме реального времени. Передача полученных данных передается на компьютер при помощи USB-порта. Обладает функцией, исключающей ошибку промежуточного измерения. Прибор позволяет проводить сортировку данных по виду предмета, который испытывают, каждое промежуточное значение сравнивается со средней величиной и исключаются все случайные или ошибочные значения.

Тепловизионная дефектоскопия.

Используемый в строительстве тепловизионный метод позволяет регистрировать теплотехническую неоднородность конструкций, выявлять теплопроводные включения, участки возможной конденсации влаги и дефекты установки оконных и дверных блоков, места утечки тепла, а в комплексе с контактными измерениями – определять фактическое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий.

Тепловизионная съемка зданий и сооружений наиболее распространена при энергоаудите и теплотехнических обследованиях, а также при оценке качества теплоизоляции и поиске в ней дефектов. Вместе с тем поиск дефектов гидроизоляции, повреждений несущих и ограждающих конструкций основан на том же принципе сравнения теплопроводности за счет наглядного и точного измерения температуры поверхности. Для чего надо четко определить задачу и оценить, как с помощью тепловизора можно ее решить.

Приборами, относящимися к инфракрасной диагностики, применяемыми в теплотехнической дефектоскопии, являются ИК-тепловизоры (рисунок 8.5).

Следует отметить, что некоторые модели тепловизионного оборудования могут обладать расширенными возможностями (видеосъемка, Wi-Fi, компас и др.). Так, с помощью Wi-Fi можно управлять тепловизором через смартфон, для чего в зависимости от мобильной операционной системы устанавливается специальное приложение. Картинка с тепловизора пересылается на дисплей телефона, в связи, с чем становятся доступны некоторые функции анализа и управления. С помощью электронного компаса по координатам уточняют расположение исследуемого объекта, что впоследствии упрощает анализ полученных данных. Видеокамера позволяет получить совмещенное изображение – наложение термограммы на видимую картинку объекта.



Рисунок 8.5. – ИК-тепловизор и тепловизионная съемка здания

Радиационные методы неразрушающего контроля.

Радиационный метод основан на просвечивании контролируемой конструкции ионизирующим излучением и получении при этом информации о ее внутреннем строении с помощью преобразователя излучения. Просвечивание железобетонных конструкций производят при помощи излучения рентгеновских аппаратов. В соответствии «Строительные конструкции и изделия. Радиационный метод неразрушающего контроля. СТО 14258110-008-2015» в качестве преобразователя для регистрации результатов контроля следует применять рентгеновскую пленку, а также (электрорадиографических пластин, газоразрядных или сцинтилляционных счетчиков), обеспечивающих получение информации о толщине защитного слоя бетона, размерах и расположении арматуры и закладных деталей с нормативной точностью.

Для радиографического контроля при просвечивании конструкций следует применять источники ионизирующего излучения: рентгеновские аппараты, ускорители, бетатроны. Портативные импульсные рентгеновские аппараты серии «Арина» и «САРМА» – простые и надежные при эксплуатации в любых климатических условиях, «Мира-2Д» – переносной рентгеновский аппарат.

Они предназначены для радиографии в нестационарных условиях, при контроле конструкций в труднодоступных местах и позволяют проводить панорамную радиографию, контроль швов труб газо- нефтепродукторов.

В радиационный метод входит нейтронный метод определения влажности материалов и изделий, основанный на способности ядер водорода захватывать медленные (тепловые) нейтроны, которые являются одной из основных частиц, входящих в состав атомных ядер. Приборы для определения

влажности нейтронным способом состоят из источника быстрых нейтронов, детектора тепловых нейтронов и пересчетного устройства. Нейтронный метод применяют для определения влажности бетона, бетонной смеси, а также заполнителей при корректировке количества воды в бетонной смеси, добавляемой в бетономешалку. Недостатком метода является то, что невозможно различить свободную и связанную воду. Этот способ применяют также и для определения содержания битума в асфальтобетоне.

Магнитные методы неразрушающего контроля.

Магнитографический метод основан на регистрации рассеяния магнитных полей дефектов намагниченного материала. Используют прибор магнитоскоп. При определении дефекта сварного шва применяют ферромагнитную пленку, которую накладывают на предварительно намагниченную. Магнитографический метод поверхность контролируемого объекта. Намагничивание поверхности производят накладным соленоидом. Затем пленку помещают в магнитоскоп и на экране визуально наблюдают дефект. Метод достаточно простой и позволяет оперативно выявить дефекты в сварных швах металлических изделий и конструкций.

Феррозондовый метод основан на изменении магнитных силовых линий при наличии дефекта на поверхности. Применяют феррозонд, который представляет собой магнитный усилитель с разомкнутым магнитопроводом. При воздействии внешнего поля в нем возникает ЭДС, внешнее магнитное поле создается электромагнитом. Если дефекта нет, то магнитные силовые линии не выходят на поверхность образца и не взаимодействуют с феррозондом. При наличии дефекта силовые линии огибают дефект и выходят на поверхность контролируемого изделия. В итоге при совмещении дефекта с разомкнутым магнитопроводом в феррозонде возникает ЭДС, которая и регистрируется прибором. Метод позволяет обнаруживать как поверхностные, так и подповерхностные трещины (на глубине до 10 мм).



Измеритель защитного слоя бетона NOVOTEST Арматуроскоп применяется для оперативного контроля качества армирования различных железобетонных конструкций и изделий при обследовании зданий, объектов на предприятиях и стройках. Устройство измеряет защитный слой бетона с помощью магнитного метода в соответствии с ГОСТ 22904, а также определять наличие арматуры в объекте, ее ориентацию и диаметр.

Принцип действия прибора заключается в регистрации изменения электромагнитного поля датчика при взаимодействии с элементами арматуры. В прибор занесены настройки для работы с гладкой и рифленой арматурой.

Люминесцентная дефектоскопия материалов.

Люминесценция (холодное свечение) основана на том, что многие вещества при облучении их видимыми или ультрафиолетовыми лучами сами

становятся источниками света. Источником возбуждающего излучения могут быть гамма-лучи, рентгеновские или ультрафиолетовые лучи.

Для определения дефектов и трещин в материалах применяют люминесцирующие жидкости. Они должны проникать вглубь материала, иметь высокую интенсивность свечения и быть химически инертны по отношению к материалам.

Оборудование для выполнения контрольных замеров параметров материалов разрушающим методом.

Оборудование разрушающего контроля включает:



Гидравлический пресс YAW-5000F с компьютерным управлением, максимальной нагрузкой 5000 кН предназначен для испытания на сжатие строительных материалов (бетон, древесина, углеродистая сталь, камни и пр.). Пресс снабжен сервогидравлической системой нагружения, управление осуществляется при помощи компьютера. Специализированное программное обеспечение реализует отображение результатов проведенных испытаний на экране компьютера.

Особенности гидравлического прессы

YAW-5000F:

- автоматическое проведение испытания в соответствии с международным стандартом и сохранение результатов испытаний;
- простой и надежный интерфейс управления с возможностью управления процессом испытания в ручном режиме;
- приложение постоянной нагрузки;
- различные режимы испытаний: автоматическое испытание, приложение нагрузки в нескольких точках, ручной вывод данных;
- определение предела прочности, автоматический подсчет и передача результатов испытания во внешние приложения, легкий и быстрый способ редактирования и создания отчета об испытании.



Разрывная машина Time WEW-2000A - предназначена для проведения испытаний образцов на растяжения, сжатие и изгиб в диапазоне нагрузок до 2000 кН. Разрывная машина может быть использована для исследования строительных материалов – дерева, бетона, кирпича, резины и прочих материалов, которые имеют высокую прочность и твердость при экстремальных нагрузках.

Результаты испытаний выводятся на персональный компьютер с отображением нагрузки, пикового значения нагрузки, деформации и диаграммы нагружения.

Особенностями разрывной машины TIME WEW-2000A является: ручное управление процессом испытания; отображение результатов испытаний на компьютере; применение гидравлических захватов; функция создания отчетов о проведенном испытании; функция защиты от перегрузки.

Машины испытательные универсальные ИТС 8000 предназначены для определения механических свойств материалов при динамических, статических и циклических испытаниях образцов цветных и черных металлов, строительных и композиционных материалов на усталость.



Простое управление, широкий функционал ПО имеет удобный интуитивный интерфейс, благодаря чему не требуется предварительной настройки испытаний.

Основные технические характеристики серии ИТС 8000: опция подключения дополнительных датчиков силы; возможность подключения датчиков деформации; предусмотрено использование высокотемпературных печей (опция); возможно использование климатической камеры; испытательные усилия от 5 кН до 300 кН; скорость перемещения до 2000 мм/мин; погрешность измерения силы $\pm 0,5\%$; погрешность измерения перемещения $\pm 1\%$; погрешность измерения скорости $\pm 1\%$.

Машины на кручение (скручивание) предназначены для испытания конструкционных материалов на скручивание, для измерения момента кручения, угла, числа оборотов.



Модификация ИМК-30 – настольная машина с компьютерной системой управления и измерения с максимальной нагрузкой 30 Н·м и имеет широкий диапазон регулирования скорости вращения ведущего захвата 1/5000.

Диаметр универсального приспособления для испытаний 80 мм, максимальная длина пружины 300 мм и более.

Работа ведомого захвата может осуществляться по часовой стрелке и против часовой стрелки по алгоритму, заданному оператором.

Область применения машины – испытание конструкционных материалов, металлов, пластмасс, винтовых соединений, пружин, проволоки.

8.4. Основные направления использования информационных технологий в строительстве

Одной из причин низкой производительности отрасли является то, что она по-прежнему полагается в основном на бумагу или в лучшем случае обмен файлами по электронной почте для управления своими процессами и результатами, такими как ежедневные отчеты о ходе работ, технические запросы, контроль качества, охрана труда и др. Вместе с тем современная строительная отрасль уже использует целый ряд прогрессивных IT-технологий и инновационных материалов, которые с каждым годом все активнее интегрируются в строительную сферу (рисунок 8.6).

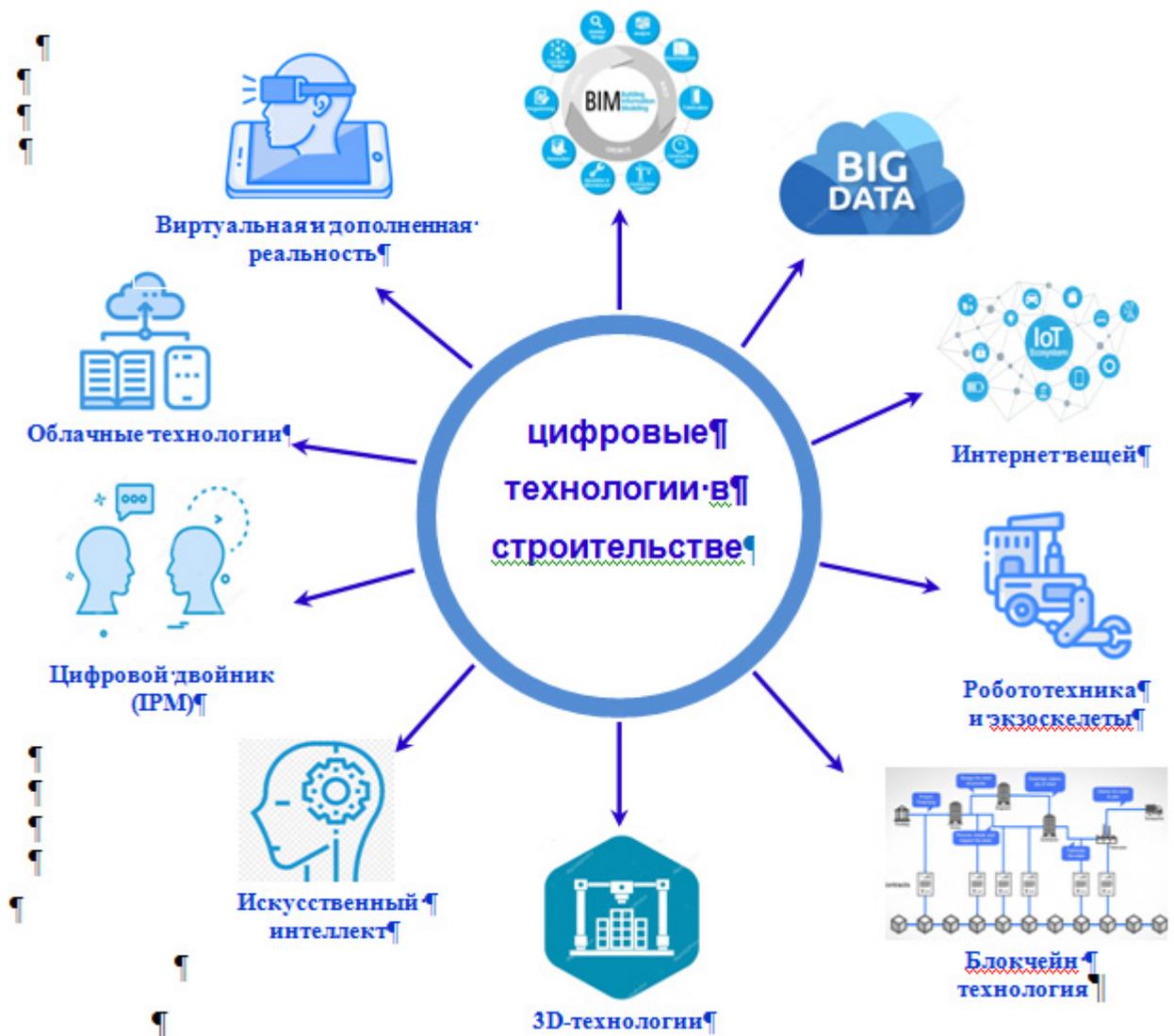


Рисунок 8.6 – Векторы технологического развития цифровой экономики в строительном комплексе

Кратко рассмотрим основные направления развития цифровых технологий в строительстве:

BIM-технология – (от англ. *building information modeling*) подразуме-

вает комплексное представление в цифровом виде физических и функциональных характеристик объекта. *BIM* учитывает не просто возведение, но и оснащение, управление, эксплуатацию объекта, перспективу ремонта или сноса, охватывая весь жизненный цикл объекта в комплексе. Все составляющие и нюансы в проектировании, которые имеют отношение к объекту, обязательно учитываются и рассматриваются в едином проекте. При удалении или замене какого-то элемента или дополнения, вся модель перерасчитывается с этой корректировкой. Благодаря *BIM* созданная виртуальная модель объекта позволяет специалистам: увидеть все проблемы и нестыковки; утвердить предполагаемые преимущества объекта; возможность пользоваться моделью всем участникам проекта; вносить корректировки; рассчитывать смету; контролировать процесс работ; предвосхищать риски будущей конструкции; рассчитать ресурсы; сократить материальные затраты, ошибки в проектах и сроки выполнения.

BIM-технология с 2021 г. становится обязательной в России, для строительства бюджетных объектов, а с 2023 г. – повсеместно в стране.

Облачные технологии и сервисы, позволяющие хранить и обрабатывать данные, выполнять программные сервисы на инфраструктуре «облака», расположенного в интернете или в корпоративном *data*-центре.

Облачные сервисы предоставляют: высокую мобильность (информация доступна с любого девайса с подключением к интернету); объем хранимой информации в облаке не ограничен; масштабирование в соответствии с потребностями строительного проекта – настраивается под потребности, не задействуется лишнее; доступные услуги – собственная IT-инфраструктура намного дороже, облачных услуг; мгновенный доступ к информации всех участников проекта, всей команды; упрощение коммуникаций и совместной работы в реальном времени; возможность управлять несколькими стройплощадками без потери качества контроля – облако помогает в синхронизации; возможность сократить расходы на большие офисы – хостинг на сторонних серверах, не нужно обслуживать свои; максимальную защиту данных.

Big Data (большие данные) – технологическое направление, связанное с обработкой крупных, постоянно растущих массивов данных, которыми сложно оперировать с помощью обычных программных средств. Можно выявить закономерности погодных или климатических условий (и других условий) в предполагаемом месте строительства, чтобы рассчитать лучшее время старта стройки и спрогнозировать бесперебойную работу проекта. Также анализ массива данных дает важные предиктивные заключения о целесообразности тех или иных работ, снизить затраты, оптимизировав или заменив первоначальный сценарий.

Искусственный интеллект (ИИ) – технология, позволяющая на компьютере или с помощью робота, управляемого с компьютера, выполнять творческие функции, традиционно считающиеся прерогативой человека, такие, как, распознавание объектов по фото или видео, улавливание смысла произнесенных фраз и адекватного на них ответа и пр. ИИ применяется для: планирования и проектирования проекта – собранные и смоделированные

данные помогут избежать перерасхода бюджета; отслеживания и снижения рисков, определения приоритетов; роботизированных механизмов, автоматизации процессов; применения роботов в работе, которая считается опасной для людей.

Виртуальная реальность – технология, позволяющая, на базе компьютерного моделирования, создавать искусственный цифровой трехмерный мир, в который человек может погружаться с помощью специальных сенсорных устройств (очков, шлема и пр.), что позволяет воспринимать цифровой мир через органы чувств: глаза, уши, вестибулярный аппарат и реагировать на воздействия со стороны пользователя, внося соответствующие изменения в режиме реального времени, достигается состояние, приближенное к материальному миру. Дает возможность удаленной демонстрации объекта строительства или экспертизы недвижимости.

Интернет-вещей (англ. Internet of Things, IoT) – технология, основанная на концепции вычислительной сети физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными датчиками для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Интернет вещей – это не просто множество различных приборов и датчиков, объединенных между собой проводными и беспроводными каналами связи и подключенных к сети Интернет, а это более тесная интеграция реального и виртуального миров, в котором общение производится между людьми, устройствами и внешней средой.

Как правило, строительные компании ведут несколько объектов в разных локациях, при этом важно контролировать жизненные циклы каждого и укладываться в сроки. Датчики собирают данные на стройплощадке, после обработки программами подрядчику выдается полная картина рабочей ситуации. Технология помогает контролировать масштабные проекты, сокращая время и затраты на решения задач, а также отследить потребление электричества, воды или топлива, оптимизировать эти статьи расходов, может существенно сокращать риски и предотвращать травматичные случаи и др.

3D-моделирование – технология давно на службе в строительной отрасли, но лишь в последние годы приобретает настоящие масштабы.

Благодаря экструзионной технологии в 3d-моделировании стало возможным создание элементов из разных материалов – бетона, геополимера, цемента, гипса и глины. Повышенный спрос печати в строительстве: высокая производительность и простота создания разнообразных по сложности конструкций. Получение готовых стройблоков (стены, плиты) или других компонентов прямо на стройке снижает не только себестоимость производства, но и затраты на логистику, персонал. Достоинства технологии: скорость; точность (минимум ошибок); разнообразие в дизайне; высокая производительность; экономия дополнительных расходов на перевозку и персонал; экологичность. Особое будущее предсказывают 3d-печати из бетона. Уже сейчас существуют устойчивые и масштабируемые решения для бетонного 3d-моделирования разных объектов. Преимущество 3d-принтера – способен печатать здание полярно, без рельсовых направляющих, не нужны ровные поверхности для точной работы, сам готовит пропорции смеси материала.

Роботизация и экзоскелеты – технология, основанная на использовании программного обеспечения с искусственным интеллектом (ИИ) и возможностями машинного обучения для обработки повторяющихся задач большого объема, для решения которых ранее требовались люди. Данный процесс следует рассматривать в качестве компонента автоматизации производства, когда человеческие мощности заменяются роботизированными системами в промышленных масштабах, постепенно строительство внедряет смарт-решения, в частности, применение дронов. Дроны полезны в качестве: контроль безопасности: мониторинг площадок при помощи камер и выявление опасных участков; дроны-поставщики материалов на объект, сокращается количество автотранспорта; дроны-каменщики; дроны для сноса строительных элементов по окончании проекта, это хоть и медленнее, но дешевле и безопаснее решение, увеличивается скорость и качество рутинной работы.

Экзоскелет – это устройство, предназначенное для восполнения утраченных функций, увеличения силы мышц человека и расширения амплитуды движений за счёт внешнего каркаса и приводящих частей, а также для передачи нагрузки при переносе груза через внешний каркас в опорную площадку стопы экзоскелета. Роботизированные экзоскелеты ускорят работу и производительность на стройплощадке, поскольку мощность человека в таком «костюме» многократно возрастает, при этом работа намного безопаснее.

Цифровые двойники. Виртуальные точные копии физических объектов – сооружений, городов. Эта технология идет рядом с *ВМ*, во всяком случае, имеет определенные элементы, однако главная разница между ними – что цифровой двойник имеет цель смоделировать взаимодействие человека с окружающей средой и объектами. Виртуальная копия физического объекта дает информацию о текущем состоянии созданных экосистем, инфраструктур и как они воздействуют на пользователей.

Компьютерная модель объединяет информацию в единую окружающую среду, доступную для всех. *ВМ*-модель в общем, статична, а цифровой двойник в динамике – меняется во времени. Двойники дают возможность проверить разные сценарии и угрозы — влияние стихийных бедствий, разных ЧП — пожары или обрушения какого-то элемента при помощи симуляции. Опираясь на *ВМ*-модель, цифровой двойник может «испытывать на себе» ту заложенную информацию, интегрируя разные блоки информации. Таким образом предсказательная функция цифрового близнеца – одна из главных. Точное понимание, что объект сможет выдержать предполагаемые нагрузки, дает возможность строителям не делать перерасходов и на ранних этапах оптимизировать процессы и вносить корректировки.

Блокчейн технология. Блокчейн – это цифровая информация, которая хранится в публичной транзакционной базе данных (block), которая контролируется равными компьютерными системами или проверяется сетью компьютеров (chain-цепочка). В строительстве блокчейн реализуется в виде смарт-контрактов, выступая в качестве «администратора» для всех сторон договора: цифровой протокол смарт-контракта разворачивается в сети блокчейн. Смарт-контракт – это разновидность цифрового протокола, развернуто-

го в сети блокчейн с целью выполнения договорных условий. Как известно, в строительстве участвует несколько компаний, субподрядчиков, поставщиков. И все данные по проекту хранятся в одном централизованном месте, с помощью которого и осуществляется контроль и управление стройкой, но с помощью блокчейн-технологии данные проекта могут отслеживаться и обрабатываться более эффективно в режиме реального времени – без участия третьей стороны. Технология блокчейн обеспечивает прозрачность во время процесса строительства, делая его открытым и оптимизируя рабочий процесс проекта. Более того, это способствует совместной работе и своевременному принятию решений, сводя к минимуму риск и избегая споров. Блокчейн-платформа сделает проще такие процессы, как: оплаты; завершение сделок; проверка зданий/объектов; прозрачность и безопасность процессов; разрешение споров.

Главным преимуществом информационных технологий является более динамичная интеграция инноваций и технологичных решений, что ведет к возрастанию конкурентоспособности и максимальной эффективности производства.

Контрольные вопросы

1. *Критерии качества строительных материалов.*
2. *Методы исследований и оценки качества строительных материалов*
3. *Неразрушающие методы оценки качества строительных материалов – виды, достоинства и недостатки.*
4. *Разрушающие методы оценки качества строительных материалов – виды, достоинства и недостатки.*
5. *Простейшие приборы и оборудование для выполнения замеров параметров материалов.*
6. *Приборы для механической оценки прочности бетона.*
7. *Приборы визуального оптического метода контроля качества строительных материалов.*
8. *Приборы для акустического контроля качества строительных материалов.*
9. *Тепловизионная дефектоскопия качества строительных материалов.*
10. *Радиационные методы неразрушающего контроля качества строительных материалов.*
11. *Магнитные методы и люминесцентная дефектоскопия материалов.*
12. *Оборудование для выполнения контрольных замеров параметров материалов разрушающим методом.*
13. *Основные направления развития цифровых технологий в строительстве.*

1. Ануфриев, Д.П. Новые строительные материалы и изделия: Региональные особенности производства [Текст]: учебник /Д.П. Ануфриев [и д.р.], – Москва: Издательство АСВ, 2014. – 200 с.
2. Белов, В.В. Строительные материалы [Текст]: учебник /В.В. Белов, В.Б. Петропавловская, Н.В. Храмцов. – М.: Издательство АСВ, 2014. – 271 с.
3. Белов, В.В. Краткий курс материаловедения и технологии конструкционных материалов для строительства [Электронный ресурс]: учебное пособие /В.В. Белов. – М.: Издательство АСВ, 2011 – 215 с. Источник: Российская государственная библиотека (РГБ) ISBN:978-5-93093-409-0.
4. Киреева, Ю.И. Современные строительные материалы и изделия [Текст]: учебник /Ю.И. Киреева. – М.: Изд-во "Феникс", 2010. – 246 с.
5. Михеев П.А. Строительные материалы [Текст]: курс лекций для студентов специальности 08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений, специализация: «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности». Часть 1 / П.А. Михеев; ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева – Москва, Новочеркасск: Лик, 2020. – 138 с.
6. Михеев П.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст]: курс лекций для студентов направления 20.03.02 Природообустройство и водопользование. / П.А. Михеев, Г.Н. Горяева; ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева – Москва, Новочеркасск: Лик, 2020. – 159 с.
7. Основы строительного дела. Раздел «Материаловедение и технология конструкционных материалов» [Текст]: учеб. пособие для студентов по направлению подготовки 280100 «Природообустройство и водопользование» /А.М. Питерский, Е.О. Склярченко; Новочерк. гос. мелиор. акад.; каф. строит. дела, осн. и фундаментов. – Новочеркасск, 2013. – 136 с.
8. Оценка качества строительных материалов. Физико-механические испытания строительных материалов [Текст]: учебное пособие / К.Н. Попов, М.Б. Каддо, О.В. Кульков. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 240 с.
9. Попов, К.Н. Оценка качества строительных материалов [Текст]: учеб. пособие для строит. спец. вузов /К.Н. Попов, М.Б. Каддо, О.В. Кульков; под ред. К.Н. Попова. – М.: Высш. шк., 2004. – 287с.
10. Рыбьев, И. А. Строительное материаловедение [Текст]: учеб. пособие для бакалавров /И.А. Рыбьев. – 4-е изд. М.: Издательство Юрайт. 2012. – 701 с. – Серия: Бакалавр.
11. Строительные материалы [Текст]: учебник для студентов учреждений высш. проф. образования / К.Н. Попов, М.Б. Каддо. – 2-е изд., стер. – М: Студент, 2019. – 440 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Лекция 1. ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА	4
1.1. Битумные и дегтевые вяжущие.....	4
1.2. Асфальтовые растворы и бетоны, дёгтебетоны.....	10
1.3. Эмульсии и мастики	18
1.4. Заполняющие компоненты на основе органических вяжущих веществ	22
Контрольные вопросы	25
Лекция 2. КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ. СТЕКЛО	26
2.1. Структура, состав и свойства керамических материалов.....	26
2.2. Керамические материалы и изделия.....	32
2.3. Стекланные материалы и изделия.....	36
Контрольные вопросы	44
Лекция 3. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ. СОСТАВЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ	45
3.1. Определение, классификация, свойства металлов.....	45
3.2. Изделия из чугуна, стали и цветных металлов.....	50
3.3. Виды коррозии металлов. Материалы для защиты металлов от коррозии.....	59
Контрольные вопросы	60
Лекция 4. ДРЕВЕСНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ	61
4.1. Состав, структурные элементы и свойства древесины.....	61
4.2. Качественные показатели древесных материалов. Пороки древесины.....	65
4.3. Использование древесины для строительства гидротехнических сооружений	70
4.4. Использование отходов переработки древесины	73
Контрольные вопросы	74
Лекция 5. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ, ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И ГЕРМЕТИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ	75
5.1. Теплоизоляционные материалы – классификация, виды и свойства	75
5.2. Способы и средства водозащиты, классификация гидроизоляционных материалов	81
5.3. Гидроизоляционные и кровельные рулонные материалы	85
5.4. Герметизирующие и уплотняющие материалы	88
5.5. Гидроизоляционные материалы в гидротехническом строительстве	90
Контрольные вопросы	94
Лекция 6. ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	95
6.1. Классификация отделочных материалов, условия применения	95
6.2. Материалы для внутренней и внешней отделки стен.....	96
6.3. Подбор отделочных материалов с учетом интерьера	103
6.4. Отделочные материалы для специальных условий	109

Контрольные вопросы	113
Лекция 7. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ И ПЛАСТМАСС В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	114
7.1. Природные и искусственные органические полимеры, наполнители и заполнители в полимерных строительных материалах	114
7.2. Разновидности полимерных строительных материалов.....	117
7.3. Полимерные материалы в гидротехническом строительстве.....	121
7.4. Старение и деструкция полимерных материалов.....	124
Контрольные вопросы	125
Лекция 8. ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	126
8.1 Критерии качества, методы исследований и оценки качества строительных материалов	126
8.2. Неразрушающие и разрушающие методы оценки качества строительных материалов.....	129
8.3. Приборы и оборудование для выполнения контрольных замеров параметров материалов.....	132
8.4. Основные направления использования информационных технологий в строительстве.....	143
Контрольные вопросы	147
ЛИТЕРАТУРА	148

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

МИХЕЕВ ПАВЕЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Курс лекций

**для студентов специальности
08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений,
специализация: «Строительство гидротехнических сооружений
повышенной ответственности»**

Часть 2

Компьютерная верстка Михеева П.А.

Подписано в печать 02.06. 2021.

Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл.- печ. л. 9,35. Уч.- изд. л. 9,7. Тираж 40. Заказ № 47-9487.

Издательство Лик

346430, г. Новочеркасск, пр. Платовский, 82 Е

тел: 8(8635)226-442, 8-952-603-0-609

Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе
«Колорит»

346430, г. Новочеркасск, пр. Платовский, 82 Е

тел: 8(8635)226-442, 8-918-518-04-29, center-op@mail.ru