

Кафедра «Строительство зданий, подземных сооружений и геомеханика»

# Конспект лекций по промышленному и гражданскому строительству

Составитель доц. Рублева О.И.

Донецк-2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ, ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
И ГЕОМЕХАНИКА»

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**«ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ**  
**СТРОИТЕЛЬСТВО»**

для студентов уровня профессионального обучения  
«специалист» по специальности  
21.05.04 «Горное дело»,  
всех форм обучения

РАССМОТРЕНО  
на заседании кафедры СЗПСиГ  
Протокол № 9 от 22.02.17 г.

Донецк, 2017 г.

# **Тема 1. Общие сведения. Структура и содержание строительной отрасли.**

## **1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### **1.1. Развитие науки и практики организации строительного производства**

В строительстве как отдельной самостоятельной и специфической отрасли производства также развивалась наука и практика организации производства.

Организация строительного производства - взаимоувязанная система подготовки к выполнению отдельных видов работ, установления и обеспечения общего порядка, очередности и сроков выполнения работ, снабжения всеми видами ресурсов для обеспечения эффективности и качества выполнения отдельных видов работ или строительства объекта. При организации строительного производства обеспечиваются:

- согласованная работа всех участников строительства объекта с координацией их деятельности генеральным подрядчиком, решения которого по вопросам, связанным с выполнением утвержденных планов и графиков работ, являются обязательными для всех участников независимо от ведомственной подчиненности;
- комплектная поставка материальных ресурсов из расчета на здание, сооружение, узел, участок, секцию, этаж, ярус, помещение в сроки, предусмотренные календарными планами и графиками работ;
- выполнение строительных, монтажных и специальных строительных работ с соблюдением технологической последовательности технически обоснованного совмещения;

- соблюдение требований по охране окружающей природной среды и правил техники безопасности.

Все составляющие организации строительства и содержание предмета науки и практики организации строительного производства представлены на рис. 1.1.

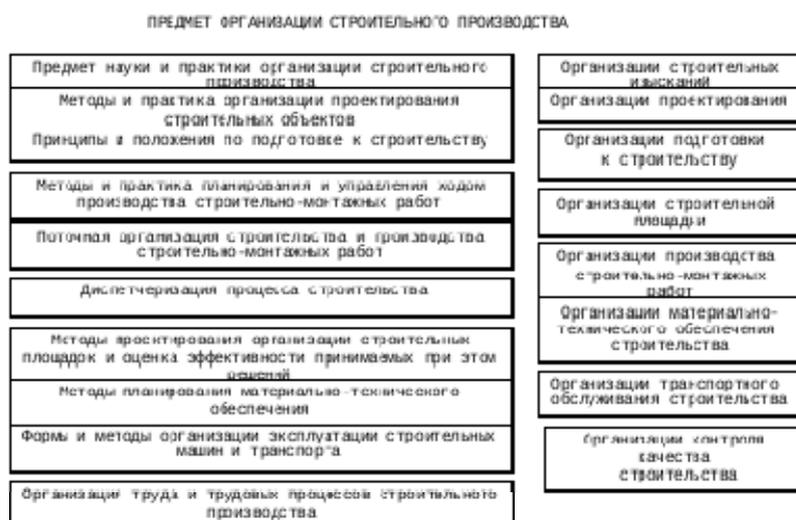


Рис. 1.1. Содержание науки и практики организации строительного производства

Организация строительного производства должна обеспечивать целенаправленность всех организационных, технических, проектно-конструкторских и технологических решений на достижение конечного результата - ввода в эксплуатацию объекта в установленные сроки с требуемым качеством при обеспечении экономии материальных и энергетических ресурсов.

Подводя итог вышесказанному, необходимо выделить главные цели и задачи организации строительства (рис. 1.2). При организации строительного производства все должно быть направлено на получение максимума результата при минимальных издержках производства.



Рис. 1.2. Цели и задачи организации строительства

Обычно на практике оценка эффективности организации строительства основывается на показателях, приведенных на рис. 1.3. Каждый из таких показателей является индикатором результативности принятых организационных решений соответствующего назначения.

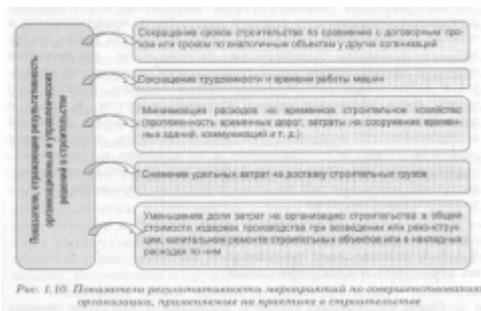


Рис. 1.3. Показатели результативности мероприятий по совершенствованию организации, применяемые на практике в строительстве

+В отличие от эффективности технических мероприятий, которые в большинстве случаев могут быть локализованы в том же пространстве и времени, эффективность работ по совершенствованию организации производства проявляется через более или менее продолжительный промежуток времени и затрагивает ряд промежуточных звеньев, в силу чего может быть выявлена только косвенным путем. В связи с этим при оценке

эффективности организационных решений в строительстве возникают задачи, во-первых, локализации эффекта от них в пространстве и во времени и, во-вторых, определения механизма воздействия тех или иных организационных мероприятий на экономические параметры строительного производства.

## 1.2. Строительные процессы, их структура и классификация

Одна из ведущих ролей в развитии экономики страны принадлежит строительству. Его определяющая роль заключается в создании условий для динамичного развития национальной экономики. В результате строительства, модернизации, реконструкции или капитального ремонта создаются новые, развиваются, обновляются и совершенствуются основные фонды. Строительство обслуживает практически все отрасли экономики. В настоящее время нет такой деятельности людей, где не требовалось бы участие специалистов-строителей; продукция строительной сферы требуется везде, где живет и работает человек.

В современном индустриальном строительстве процессы строительного производства принято подразделять на две группы — *внеплощадочные* и процессы *строительной площадки*, каждая из которых имеет внутреннюю классификацию по функциональному назначению и решает определенные задачи.

Различают четыре технологических комплекса по функциональному назначению в строительном производстве:

*Заготовительный* (изготовление конструкций, узлов и деталей, приготовление бетонных и растворных смесей и других строительных полуфабрикатов). Эти процессы выполняют на специализированных

предприятиях или в условиях строительной площадки - на приобъектных бетонорастворных узлах, приобъектных арматурных цехах и т. п.

**Транспортный** (процессы, связанные с доставкой материалов и изделий на строительную площадку, а также их перемещение в ее пределах). Транспортные процессы вне строительной площадки осуществляются общестроительным транспортом (от предприятий-изготовителей до складов строительной площадки или непосредственно к месту укладки), а внутри строительной площадки — приобъектными средствами транспорта. Транспортным процессам обычно сопутствуют процессы погрузки-разгрузки и складирования материалов и конструкций.

**Подготовительный** (например, укрупненная сборка конструкций, предварительное обустройство перед монтажом монтируемых конструкций вспомогательными навесными приспособлениями, устройство подмостей для кирпичной кладки, ограждение стенок траншей). Этот процесс предшествует монтажно-укладочным процессам и обеспечивает их эффективное выполнение.

**Строительно-монтажный**, обеспечивающий получение продукции строительного производства и заключающийся в переработке, изменении формы или придании новых качеств материальным элементам строительных процессов (например, возведение зданий, сооружений, коммуникаций и т. д.). Обычно идентичные строительно-монтажные процессы имеют общие технологические особенности и поэтому не зависят в главном от вида и назначения конкретных возводимых зданий и сооружений.

Процесс создания строительной продукции представлен на рис. 1.4.

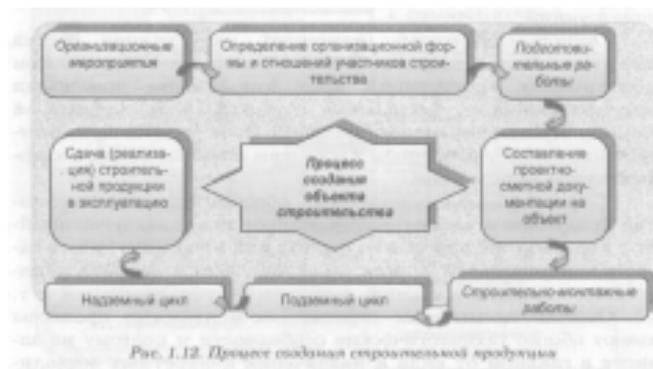


Рис. 1.4. Процесс создания строительной продукции

Процессы классифицируют также по степени участия машин и средств механизации при их выполнении. Строительные процессы, выполняемые вручную с использованием ручного инструмента и простейших приспособлений, называют **ручными**, выполняемые с помощью электрических ручных машин (электропилы, электрорубанка и пр.) - **полумеханизированными**. Строительно-монтажные процессы, выполняемые с помощью машин и механизмов, где функции рабочего сводятся лишь к управлению данной машиной, называют **механизированными**. Если все технологические операции процесса (основные и вспомогательные) выполняются при помощи комплекта машин, то такой процесс называют **комплексно механизированным**. Дальнейшее развитие механизации приводит к автоматизации - высшей степени организации производственного процесса, освобождающей человека от непосредственного управления им. **Автоматизированным** называют процесс, в котором ручной труд человека по управлению машинами (процессом, операцией) выполняют специальные устройства, обеспечивающие заданные производительность и качество продукции без участия человека.

В зависимости от характера производства различают непрерывные и прерывные процессы. В **непрерывных** процессах производственные операции протекают незамедлительно одна за другой. Их продолжительность

определяется лишь организационными соображениями. **Прерывные** процессы сопровождаются перерывами, связанными со свойствами используемых материалов или полуфабрикатов (растворов, бетонной смеси) и особенностями технологии (выдерживанием бетона, сушкой штукатурки, гидроизоляции и др.). Прерывные процессы удлиняют срок работ, поэтому их иногда заменяют непрерывными (мокрую штукатурку - облицовкой, монолитные конструкции — сборными и т. д.).

По значению в производстве процессы делят на ведущие и совмещаемые. **Ведущие** процессы определяют технологическую цепь производства; **совмещаемые** процессы могут выполняться параллельно с ведущими. Совмещение процессов позволяет значительно сократить продолжительность строительства.

По сложности производства строительные процессы разделяются на рабочие (простые) и комплексные (сложные). **Рабочим** процессом называется совокупность технологически связанных рабочих операций, выполняемых одним составом исполнителей, например, монтаж стеновых панелей, укладка плит покрытия и т. д. **Комплексным** процессом называется совокупность одновременно осуществляемых процессов, находящихся между собой в непосредственной организационной зависимости и связанных единством конечной продукции (рис. 1.5).

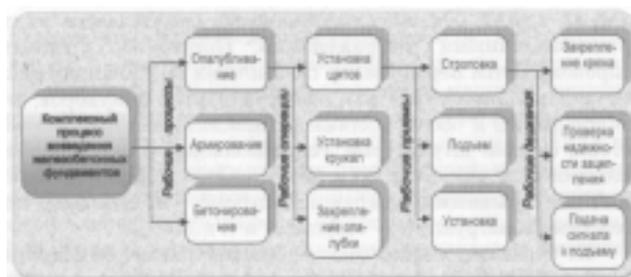


Рис. 1.5. Пример структуры комплексного строительного процесса

Совокупность строительных процессов, объединенных на технологической основе, в результате которых создается определенный вид строительной продукции, составляет строительные работы.

При изучении строительных работ их классифицируют по ряду признаков:

- по виду перерабатываемых материалов (земляные, каменные и т. д.);
- по возводимым конструктивным элементам (свайные, кровельные и т. д.);
- по выполняемому процессу (монтажные, транспортные и т. д.).

Строительные работы подразделяют на *общестроительные* (земляные, свайные, каменные, бетонные и др.), которые выполняются общестроительными предприятиями (организациями, фирмами), и *специальные* (сантехнические, электромонтажные, монтаж технологического оборудования и т. д.), выполняемые специализированными предприятиями (организациями, фирмами).

При организации выполнения строительных процессов весь комплексный производственный процесс по возведению зданий и сооружений делят на стадии, которые называются *циклами*. В состав работ первой стадии - *нулевого цикла* (подземной части) - входят:

- земляные работы (например, снятие растительного слоя, рытье котлованов и обратная засыпка грунта с уплотнением);
- бетонные и железобетонные работы (например, устройство фундаментов, укладка бетонной смеси);
- монтаж строительных конструкций (например, монтаж колонн, панелей стен подвала);
- гидроизоляционные работы (например, устройство гидроизоляции пола и стен подвала);

- устройство вводов и выпусков коммуникаций (например, монтаж трубопроводов с обратной засыпкой пазух) и т. д.

На второй стадии — *первого цикла строительства* (надземной части) — осуществляются обычно следующие работы:

- монтаж строительных конструкций (например, возведение панельных наружных и внутренних стен, заполнение оконных переплетов и дверных проемов);
- каменные (например, кладка кирпичных стен с их облицовкой);
- кровельные (например, устройство кровли, покрытие крыш специальными материалами);
- столярные (например, навеска ворот, дверей, остекление оконных проемов);
- санитарно-технические (например, установка коробов вентиляционных систем).

На третьей, заключительной стадии - *втором цикле строительства*, - выполняются отделочные, штукатурные работы, облицовка поверхностей керамической плитки, окраска стен, устройство полов, а также спецмонтажные работы (например, монтаж внутреннего инженерного оборудования, установка сантехнических приборов и электроарматуры, монтаж технологического оборудования и относящихся к нему вентиляционных устройств).

В любом строительном процессе (каменная кладка, штукатурные, малярные работы и др.) участвуют: рабочие, предметы труда (материалы, конструкции), орудия труда (строительные машины, инструменты). Во многих строительных процессах рабочие применяют вспомогательные устройства и приспособления, например навесные люльки, лестницы, кондукторы и пр.

Строительные процессы выполняются на отдельных рабочих местах, при этом производится их деление на однородные операции, которые выполняются звеньями рабочих соответствующей квалификации.

Технологически однородный и организационно не делимый элемент строительного процесса называется *рабочей операцией*. Для нее характерны неизменяемость состава рабочих-исполнителей, предметов и орудий труда. Каждая рабочая операция состоит из нескольких тесно связанных между собой *рабочих приемов*, которые включают *рабочие движения*. Рабочие приемы и движения выполняет один рабочий. Рабочая операция может выполняться одним рабочим или же группой согласованно действующих рабочих. В первом случае операция является индивидуальной, во втором - групповой (звеньевой или бригадной).

Эффективность строительного производства во многом определяется организационными положениями и формами выполнения всех процессов, сопутствующих созданию строительной продукции. Строительный процесс во время своего осуществления подвергается влиянию изменяющейся внутренней и внешней среды. Ежедневно возникают многообразные случайные факторы, которые вызывают отказы (выход из строя машин, транспортных средств, опоздание и невыход рабочих на работу и т. п.), а, следовательно, непредусмотренные перерывы. Под влиянием этих факторов процесс осуществляется с какой-то степенью надежности.

Под *надежностью строительного процесса* понимают вероятность того, что он, будучи разработанным и начавшимся, сохранит работоспособность на протяжении заданного периода. При разработке процесса следует учитывать надежность его осуществления при конкретных условиях производства. Для определения количественных характеристик надежности строительного процесса необходимо определить вначале надежность его

элементов, а затем надежность совместного функционирования этих элементов.

Укрупненно за элементы процесса принимают технические средства ТС (машины, оснастку, средства малой механизации и др.), материальные элементы МЭ (материалы, полуфабрикаты, конструкции и др.) и трудовые ресурсы ТР (рабочие, ИТР, служащие). В каждом конкретном условиях строительства надежность этих элементов будет различной, зависящей от факторов, влияющих на возникновение отказов.

### 1.3. Специфические особенности строительства

Строительство имеет ряд характерных особенностей, которые выделяют его среди других видов производственной деятельности. Эти особенности связаны со специфическими чертами, свойственными строительной продукции и производственному процессу в строительстве.

Особенности строительства можно условно разделить на две группы:

- технико-экономические;
- организационно-экономические.

**Технико-экономические** особенности обусловлены техническими и технологическими особенностями строительной продукции и строительного производства, а **организационно-экономические** особенности - условиями застройки, принадлежностью и назначением строящихся объектов, характером управления и организации строительства.

Технико-экономические особенности строительства представлены на рис. 1.7.

**Неподвижность** изготавливаемой продукции. Объекты строительства прикреплены к земле и составляют с ней единое целое. Каждое здание

сооружается на специально отведенной площадке в соответствии с планом городской застройки или схемой застройки территории. Размещение строительной продукции на определенном земельном участке (локализация) делает ее зависимой от стоимости земельного участка, конъюнктуры цен на рынке земли.

Продукция строительства является предметом *длительного* пользования. Средний срок эксплуатации строений около 50 лет. Продолжительные сроки службы строительных объектов обязывают строительную продукцию многие годы отвечать требованиям времени как в функциональном, так и в эстетическом отношении.

Высокая *капиталоемкость* продукции, обуславливающая большие единовременные затраты инвестиционных ресурсов, что вызывает необходимость использовать дорогие заемные средства.

*Индивидуальный* характер возводимых объектов. На каждый объект или комплекс строительно-монтажных работ создается свой проект и составляется своя смета, в которой учитываются все затраты на строительство и монтаж.

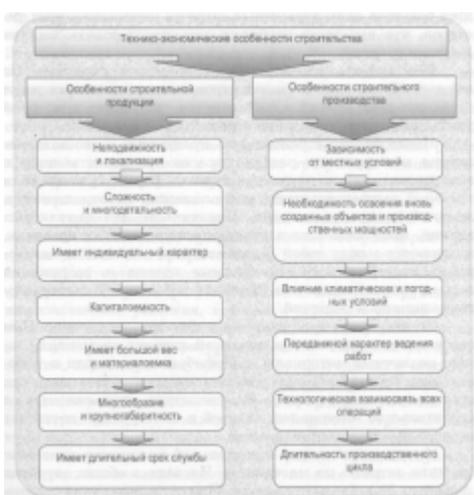


Рис. 1.16. Классификация технико-экономических особенностей строительства

Рис. 1.7. Классификация технико-экономических особенностей строительства

**Многообразие** строительной продукции — возводимые здания и сооружения различаются по производственным и эксплуатационным характеристикам, форме, размерам и внешней выразительности, расположению по отношению к дневной поверхности земли. Практически нет одинаковых зданий, даже жилые дома, строящиеся по типовым проектам, отличаются между собой фундаментами, отделкой и некоторыми конструкциями. Возводимые здания и сооружения весьма разнообразны, что приводит к большому спектру организационных решений.

Строительная продукция **многодетальна** и **сложна**. При строительстве зданий и сооружений находят применение самые различные материалы, полуфабрикаты, детали и изделия, при технологическом воздействии на которые создается строительная продукция. Номенклатура применяемых в строительстве материалов, деталей и конструкций достигает нескольких сотен наименований.

**Материалоемкость** строительной продукции вызывает большие затраты на материалы. Их доля в общих затратах достигает 60 и более процентов. При этом возникает необходимость комплектации материалов и конструкций, а также требует создания складских помещений для их хранения.

Здания, сооружения и другие объекты, являющиеся продукцией строительства, многообразны, сложны по конструкции, крупны по размерам и массе. Это приводит к особенностям и разнообразию производства строительных работ.

Основные особенности строительного производства заключаются в следующем:

- продукция строительства создается в течение продолжительного периода времени. Продолжительность строительства любого объекта исчисляется не только месяцами, но во многих случаях, особенно при

строительстве крупных объектов, - годами. Это вызывает отвлечение капитала из оборота на длительное время и практически его омертвление и, следовательно, на долгое время вовлекает рабочую силу и средства производства в строительный процесс. Большая продолжительность строительства обуславливает не только «замораживание» инвестиций, но и вызывает необходимость осуществления работ в разных климатических условиях, требующих специфических организационных мероприятий (утепление зимой, введение различных добавок, «активированных» дней и т. п.);

- строительство любого объекта осуществляется в определенной естественной природной среде, которая характеризуется своими топографическими, инженерно-геологическими и климатическими условиями. В связи с этим для каждого конкретного случая разрабатываются свои конструктивно-компоновочные решения, которые учитывают рельеф местности, ветровые и снеговые нагрузки, величину сейсмического воздействия, температурный режим. Толщина стен, покрытий, параметры несущих конструкций зданий и сооружений, размеры фундаментов (а следовательно, и их стоимость) находятся в прямой зависимости от природных условий района строительства. Указанная особенность строительного производства требует немалых затрат на организацию и проведение проектно-изыскательских работ, предшествующих непосредственно возведению строительных объектов. Изменения температуры воздуха, дожди, снегопады, ветры затрудняют ритмичность строительства, в связи с чем возникают непроизводительные потери, требующие надлежащей организации их учета и контроля. При производстве строительномонтажных работ в зимнее время возникают дополнительные затраты труда, материалов, а также тепловой и электрической энергии. Оплата труда строителей, выполняющих работы на открытом воздухе в зимнее время, также поставлена в зависимость от температурного режима.

Кроме того, на строительных площадках хранится большое количество материалов открытого хранения (кирпич, песок, гравий, щебень и т. п.). Нахождение их продолжительное время на открытом воздухе при воздействии метеорологических условий часто приводит к снижению потребительной стоимости, что определяет необходимость ежемесячного проведения инвентаризаций. Поэтому строительство одного и того же типа здания или сооружения в различных районах страны требует различных затрат материально-технических, трудовых и финансовых ресурсов;

- рабочие места исполнителей строительных процессов и строительная техника постоянно меняются и по времени, и по положению. Поэтому после окончания строительных и монтажных работ на одном объекте строительные организации вынуждены перемещать орудия труда на другие объекты, расположенные от построенного объекта на значительных расстояниях, что требует дополнительных расходов на перевозку и транспортировку, демонтаж строительных машин и механизмов. Эта особенность обуславливает своеобразие организационных форм управления, требует правильного размещения строительных организаций с тем, чтобы свести к минимуму потери времени и затраты на перемещение строительной техники и кадров с одной строительной площадки на другую;
- технология строительного производства требует строгой последовательности в выполнении отдельных его процессов: завершение одного рабочего процесса предшествует началу другого. Ни один строительный процесс не может начаться без окончания предыдущего; продукцию своего труда в этих условиях нельзя накапливать на промежуточных складах. Строительные процессы нельзя расположить пространственно, в связи с этим возникают затруднения одновременного использования рабочих в соответствии с их специальностью и квалификацией.

Таким образом, производство строительного-монтажных работ на объекте подвержено воздействию большого числа факторов. Особое значение здесь имеют климатические, погодные и региональные условия, уровень квалификации рабочих и инженерно-управленческого персонала, наличие у исполнителей необходимых материально-технических ресурсов, технических средств и др. Многие из этих факторов носят вероятностный характер, как правило, подвержены резким и частым изменениям в короткие промежутки времени. Эти факторы и условия трудно прогнозируются, а устранение влияния большинства из них требует дополнительных затрат времени, труда и средств.

Все эти технико-экономические особенности влияют на организацию строительного производства, и с переходом на рыночные отношения они претерпели не так уж много изменений. Большею частью эти изменения отразились на второй группе особенностей. Строительство имеет ряд существенных организационно-экономических особенностей, отличающих его от других сфер производственной деятельности.

Основные организационно-экономические особенности строительства.

**Многообразие хозяйственных связей с другими отраслями экономики.** Строительное производство связано со многими отраслями экономики и предприятиями (объединениями, фирмами). От предприятий одних отраслей экономики оно получает сырье, материалы и оборудование для изготовления строительной продукции. С предприятиями (фирмами, объединениями) других отраслей оно связано тем, что осуществляет работы на заказ по заданиям предприятий-заказчиков.

**Работа на заказ** обуславливает важную роль в осуществлении строительства и ввода в действие готовых объектов предприятий-заказчиков, на которые возлагается планирование капитальных вложений, обеспечение строительства проектно-сметной документацией, поставка для строящихся

производственных предприятий необходимого технологического и энергетического оборудования. С развитием техники строительная продукция усложняется, развиваются и усложняются связи строительных организаций с предприятиями других отраслей экономики. Новые постройки требуют разнообразных и дорогих материалов, кооперации рабочих самых разнообразных специальностей, продолжительного времени для своего завершения.

**Большое количество участников.** В строительстве объектов одновременно участвуют несколько строительно-монтажных организаций (генподрядчик, субподрядчики), создающих отдельные конструктивные элементы зданий и сооружений, а заказчик один. Это вызвано большим разнообразием сооружаемых объектов.

**Кооперирование связей** в процессе строительства осуществляется как в сфере поставок и услуг (предусматривает обязательные поставки определенного количества, комплектность и сроки поставок изделий и материалов), так и в сфере производства, или непосредственно на объекте строительства путем разделения единого технологического процесса на составные взаимосвязанные элементы, выполнение которых производится различными исполнителями. Это требует согласования во времени, пространстве, по видам применяемых средств механизации, степени готовности отдельных элементов зданий и сооружений для продолжения работ другими исполнителями. Большое число организаций, сложность взаимных связей требует четкой организации и координации работы всех участников строительного процесса.

**Использование разнообразных форм расчетов за строительную продукцию.** Длительность технологического цикла в строительстве обусловила особую форму расчетов за строительную продукцию. Расчеты ведутся за условно готовую продукцию - этапы работ, выполнение

конструктивных частей здания и других видов работ. Это предопределяет необходимость установления цены не только в целом за объект, но и за отдельные виды и этапы работ.

Учитывая, что связи взаимодействия в строительстве реализуются в условиях динамично развивающихся производственных процессов, имеющих вероятностный характер воздействия (погодные условия, сбои поставок и др.), система организации и управления строительством должна предусматривать эффективную систему регуляторов, которая призвана обеспечивать надежность связей взаимодействия и придание им максимально возможной степени устойчивости. Это может быть достигнуто путем создания резервных мощностей, производственных запасов, резервных фондов и др.

Опираясь на вышесказанное, уточним, что же следует понимать под строительной продукцией. **Строительная продукция** - это:

- а) законченные в строительстве и введенные в эксплуатацию здания и сооружения за установленный период времени;
- б) отдельные части зданий и сооружений (очереди, пролеты, секции), определяемые проектными, архитектурно-планировочными, конструктивными, организационно-технологическими решениями;
- в) объемы работ ( $m^2$ ,  $m^3$ , шт.), выполненные в определенный период времени.

Содержание комплекса процессов по созданию строительной продукции определяет отличие строительного производства от других видов материального производства.

Производство строительной продукции отличается от процесса создания, например, промышленной продукции.

Рассмотрим характерные особенности создания промышленной и строительной продукции.

**Во-первых,** промышленная продукция обычно выпускается партиями одинаковых изделий, производимых в однородных условиях, и решение о качестве единичного экземпляра принимается на основании выборочного контроля партии, в том числе с возможным разрушением некоторого количества экземпляров продукции. Строительная продукция, даже типовые здания, всегда индивидуальна, равно как и условия ее создания, а решение о качестве принимается на основании данных контроля, относящихся к единичному экземпляру продукции (зданию или сооружению). Разрушающий контроль законченных строительством объектов неприемлем.

**Во-вторых,** промышленная продукция относительно доступна для проведения прямого контроля в форме измерений и испытаний. Решение о качестве принимается главным образом на основании прямых доказательств. Многие ключевые свойства строительной продукции (например, прочность или устойчивость) полностью не могут быть оценены таким путем. Прямые испытания строительной продукции, особенно разрушающие, частью невозможны в принципе, частью неудобны, поэтому проводятся достаточно редко и зачастую по второстепенным показателям качества. Решения о качестве строительной продукции, как правило, принимаются на основании косвенных доказательств - фактов выполнения в процессе строительства правил надлежащей производственной практики и обязательных контрольных процедур. Разумеется, прямые измерения и испытания тоже применяются в строительстве там, где это возможно (в основном при контроле геометрических параметров и испытания инженерных систем). Эта особенность строительной продукции является ключевой для сферы технического регулирования, в том числе сертификации.

***В-третьих,*** в промышленности до начала выпуска продукции отрабатывается технология производства. В строительстве до начала строительно-монтажных работ создаются временные производственно-бытовые и административно- хозяйственные здания, выполняются прокладки инженерных коммуникаций, дорог, линий электропередачи и т. д. Наряду с этим длительные сроки строительства вызывают отвлечение средств из хозяйственного оборота в незавершенное строительство. Технология строительного производства требует строгой последовательности в выполнении отдельных его процессов: завершение одного рабочего процесса предшествует началу другого. Ни один строительный процесс не может начаться без окончания предыдущего; продукцию своего труда в этих условиях нельзя накапливать на промежуточных складах. Строительные процессы нельзя расположить пространственно, в связи с этим возникают затруднения одновременного использования рабочих в соответствии с их специальностью и квалификацией.

***В-четвертых,*** промышленное производство имеет высокую однородность в отношении состава процессов и операций, персонального состава участников, микроклимата рабочих зон, производственной среды и инфраструктуры. Строительная продукция производится каждый раз на новом месте, в различных погодных условиях, зачастую с новым составом персонала. Строительные организации обычно не имеют стабильной инфраструктуры.

***В-пятых,*** промышленное производство обычно концентрируется в одном месте, что благоприятно для организации выполнения контрольных операций, а также мероприятий системы качества. Строительная организация, как правило, работает на нескольких удаленных объектах, что затрудняет централизованный надзор за качеством.

**В-шестых,** промышленная продукция в большинстве случаев перемещается в процессе изготовления, последовательно проходя через места обработки и контроля. Строительная продукция с начала до конца неподвижна, а перемещается технологическое оборудование и рабочая сила. Это обстоятельство не способствует эффективному производственному контролю.

**В-седьмых,** недостатки промышленной продукции сравнительно просто исправляются путем замены негодных экземпляров или их деталей и агрегатов, в том числе с отзывом с рынка больших партий продукции. В строительстве возможности исправления несоответствующей продукции более ограничены. Бракованную строительную продукцию не всегда удается исправить путем замены негодной части. Отзыв продукции с рынка практически невозможен.

**В-восьмых,** в промышленности конструкторские бюро обычно входят в состав предприятия-изготовителя или ассоциированы с ним в иной форме. Главные участники создания строительной продукции - проектировщик и строитель - как правило, организационно разобщены и связаны через третье лицо - заказчика-застройщика.

На рис. 1.8 показаны основные результаты сравнительного анализа отличий строительного производства от промышленного.

Кроме того, наличие характерных особенностей строительства объясняется еще и условиями вложения денежных средств, их освоения и возврата, методами организации и управления строительным производством, а также особенностями его технологии.

К тому же, особенности строительства значительно влияют на результаты деятельности строительных организаций. На рис. 1.9 показано влияние имеющихся отличий на примере действия конкретных особенностей.

Сравнительная характеристика	Отличительные особенности производства	
	строительного	промышленного
Унификация объектов производства	объекты уникальны	объекты стандартизованы
Срок производства	длительный с последующей корректировкой	издан технологией производства
Характер работ	сезонный	постоянный
Место производства	востановке комплекса	отдельно
Квалификационная квалификация персонала	теоретическая и субординатная	производитель
Жесткость государственного регулирования процесса производства	конкретнее	отсутствует

Рис. 1.18. Сравнительный анализ отличий строительного производства от промышленного

Рис. 1.8. Сравнительный анализ отличий строительного производства от промышленного

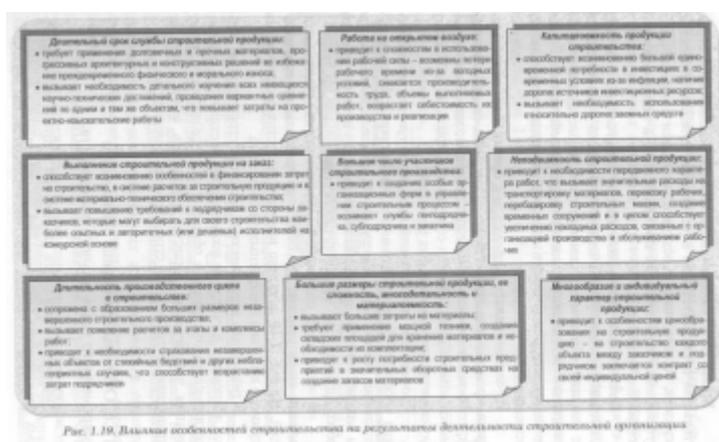


Рис.1.9. Влияние особенностей строительства на результаты деятельности строительной организации

#### 1.4. Основные принципы организации современного строительного производства

Разработка принципов, положений и принятие конкретных практических рекомендаций по организации строительного производства выполняются с учетом отраслевых особенностей.

Под принципами организации строительного производства следует понимать руководящие правила, выработанные наукой на основе познания закономерностей производства и обобщения практики организации строительного производства.

В настоящее время в основу функционирования строительного производства заложены главные *организационные принципы*.

*Системность* в производстве строительной продукции обусловлена существованием системы инвестиционного строительного процесса, включающей четкую регламентацию нормативными документами всех этапов и деятельности всех участников, разделением и взаимосвязью функционирования разрешительно-контролирующих государственных органов, инвесторов-заказчиков, проектных и строительных организаций.

Строительные работы на конкретном строительном объекте можно рассматривать как сложную управляемую систему строительных процессов, выполняемых в четкой технологической последовательности на каждом отдельно взятом участке здания (сооружения) с частичным совмещением во времени на разных участках.

*Безопасность* представляет собой принцип, обеспечивающий соответствие объемно-планировочных, конструктивных, организационно-технологических решений, принимаемых при строительстве и эксплуатации объекта, условиям окружающей природной и социальной среды, и гарантирующий устойчивость объекта, в том числе в случае возникновения чрезвычайных и экстремальных ситуаций.

*Гибкость* современного строительного производства означает способность производственного процесса возведения объекта адаптироваться к часто меняющимся условиям производства работ на площадке, реагировать на изменение организационных, технологических и ресурсных параметров в широком диапазоне и при этом достигать конечного результата с сохранением проектных показателей.

*Ритмичность* является принципом организации строительного производства, согласно которому организация осуществляется в

соответствии с определенным ритмом и планомерной повторяемостью работы всех подразделений строительного предприятия и выпуска продукции или выполнения работ в равные промежутки времени.

**Качество** означает соответствие всех параметров строительных процессов проектным значениям, а также действующим нормам, стандартам, регламентам на основе системы непрерывного контроля на всех этапах строительства и эксплуатации объекта.

**Ресурсосбережение** представляет собой принцип, направленный на оптимизацию и экономию расходования материальных, энергетических, трудовых, финансовых ресурсов на всех этапах создания строительного объекта.

**Эффективность** строительного производства представляет собой количественную оценку величины соответствия запроектированных параметров строительства объекта конечным или промежуточным показателям, определяющим стоимость, сроки, качество, расход ресурсов при создании строительной продукции.

Следует различать принципы организации строительного производства как отрасли материального производства и как процесса выполнения строительных программ.

**Строительное производство как отрасль материального производства организуется на следующих принципах:**

- специализация строительной организации на определенных видах работ или выполнении технологически взаимосвязанного комплекса работ;
- индустриализация строительного производства как фактор резкого сокращения ручного труда на строительной площадке;
- комплексная механизация и автоматизация строительных процессов;

- круглогодичность строительства;
- совершенствование строительного производства на основе внедрения прогрессивных методов организации строительного производства.

***Принципы организации строительного производства как процесса возведения зданий и сооружений следующие:***

+

- разделение труда и специализация исполнителей;
- отбор и обучение кадров;
- обеспечение пропорциональной соотносительности как между элементами производства (материалы, рабочая сила, орудия труда), так и между производственными звеньями (основное, вспомогательное и обслуживающее производства);
- выполнение работ в целесообразной технологической последовательности и обоснование рациональных способов производства работ;
- обеспечение непрерывной и производительной работы исполнителей, исключая простои людей и техники;
- четкое распределение обязанностей, прав, ответственности в результате выполнения как индивидуального труда, так и деятельности соответствующего коллектива.

Современный научно-технологический уровень развития общества, с одной стороны, диктует новые, как правило, повышенные требования к строительному производству, с другой стороны, раскрывает новые возможности в его совершенствовании и обновлении.

Тема 2. Основы проектирования зданий.

Проектирование любого здания или сооружения представляет собой творческий процесс.

Разработка проекта ведется на основе единых государственных норм и стандартов. Проектирование — сложный процесс, конечным результатом которого является проект.

Проект — это комплект технической документации, необходимой для возведения зданий или сооружений, а также их комплексов в натуре.

Основанием для разработки проекта здания или сооружения является задание, которое составляет заказчик совместно с проектной организацией. В задании на проектирование здания или сооружения указываются климатический район, расчетные наружные температуры воздуха, характеристика проектируемого здания, сроки проектирования, сроки строительства и т.д. Задание на проектирование утверждается заказчиком.

Разрабатываемый проект должен удовлетворять требованиям действующих строительных норм и правил (СНиП).

Строительство зданий и сооружений можно вести по типовым и индивидуальным проектам.

Индивидуальным называют проект, предназначенный для возведения только одного определенного здания или сооружения. Строить по индивидуальным проектам можно частные дома, дворцы, театры, особняки, спортивные сооружения и т.д.

Типовым называют проект, предназначенный для многократного использования. Здания массового строительства (жилые дома, школы, больницы и т.п.) строятся по типовым проектам. Типовой проект должен быть наиболее совершенным в отношении планировочного и архитектурно-конструктивного решения, а также удовлетворять требованиям экономичности строительства.

Типовой проект выполняется без учета особенностей места строительства, поэтому он должен быть привязан к конкретному участку. Осуществляется привязка подземной части здания. С этой целью собирают данные об участке будущего строительства (строение грунта, рельеф местности, расчетные зимние температуры, снеговая и ветровая нагрузки).

Выбранный типовой проект необходимо приспособить к местным условиям, а именно:

- разместить здание на генеральном плане с определением
- уточнить толщины стен и теплоизоляционных слоев;
- присоединить к местным сетям инженерных коммуникаций (водопровода, канализации, электроснабжения и т.д.);
- уточнить конструктивное решение фундамента, глубину его заложения, размеры, гидроизоляцию.

Изменения, связанные с местными условиями, отражаются в основном на «нулевом» цикле, а выше отметки «нуль» являются неизменными.

Применение типовых проектов способствует внедрению унифицированных конструкций и тем самым индустриализации строительства.

**Проектная документация на строительство** — система взаимосвязанных документов, разработанных в соответствии с нормативной документацией, служащая основой для строительства объектов. В проектную документацию входят: при двухстадийном проектировании — архитектурный проект и строительный проект, при одностадийном — строительный проект с выделенной утверждаемой архитектурной частью.

*Архитектурный проект «А»* — проектная документация, обеспечивающая представление о материальном образе объекта среды обитания, его размещении, физических параметрах и художественно-эстетических качеств и содержащая технико-экономические показатели объекта (утверждаемая стадия при двухстадийном проектировании).

*Эскизное решение «АЭ»* — этап, включаемый в состав архитектурного проекта.

Утверждаемая архитектурная часть строительного проекта «АС» (утверждаемая часть рабочего проекта) — выделяемая при одностадийном проектировании часть строительного проекта (рабочего проекта), подлежащая утверждению.

*Строительный проект «С»* — проектная документация, разработанная на основе утвержденных архитектурного и градостроительного проектов, а также проведенных инженерных изысканий и результатов научно-технических исследований, обеспечивающая непосредственную реализацию инвестиций в строительство объектов. При двухстадийном проектировании — вторая стадия (рабочая документация), при одностадийном (рабочий проект) включает также утверждаемую архитектурную часть «АС».

**Градостроительный проект** — система взаимоувязанных документов, разработанных в соответствии с требованиями нормативных документов и на основе данных Государственного кадастра территорий, служащая обязательной основой для планирования архитектурной и градостроительной деятельности.

**Тендерная документация** — комплект документов, содержащих исходную информацию о технических, коммерческих, организационных и иных характеристиках предмета торгов, а также об условиях и процедуре их проведения.

Разработку проектной документации на строительство объектов следует осуществлять, как правило, в две стадии. При двухстадийном проектировании в состав проектной документации входят: архитектурный проект «А» — первая (утверждаемая) стадия и строительный проект «С» — вторая стадия разработки проектной документации.

На основании утвержденного в установленном порядке архитектурного проекта разрабатывается строительный проект, осуществляется отвод земельного участка под строительство объекта с выдачей государственного акта на право пользования землей и открывается финансирование строительства.

Разработка строительного проекта с отступлением от утвержденного архитектурного проекта подлежит обязательному согласованию с автором архитектурного проекта и утвердившим проект органом.

Несмотря на значительные различия, существующие между зданиями разного назначения как во внешнем виде, так и во внутренней структуре, все они состоят из некоторого ограниченного числа основных взаимосвязанных архитектурно-конструктивных элементов, выполняющих вполне определенные функции (рис.1)

Основные элементы здания можно подразделить на следующие группы:

- а) **несущие**, воспринимающие основные нагрузки, возникающие в здании;
- б) **ограждающие**, разделяющие помещения, а также защищающие их от атмосферных воздействий и обеспечивающие сохранение в здании определенной температуры;
- в) элементы, которые **совмещают и несущие, и ограждающие функции**.

К основным элементам (или частям) здания относятся фундаменты, стены, перекрытия, отдельные опоры, крыша, перегородки, лестницы, окна, двери.

**Фундаментом** называется подземная конструкция, основным назначением которой является восприятие нагрузки от здания и передача ее основанию.

Стены отделяют помещения от внешнего пространства (наружные стены) или от других помещений (внутренние стены), выполняя тем самым ограждающую функцию. Кроме того, стены могут нести нагрузку не только от собственного веса, но и от вышележащих частей здания (перекрытий, крыши и др.), осуществляя несущую функцию. Стены, воспринимающие, кроме собственного веса, нагрузку и от других конструкций и передающие ее фундаментам, называют **несущими**.

Стены, опирающиеся на фундаменты и несущие нагрузку от собственного веса по всей высоте, но не воспринимающие нагрузки от других частей здания, носят название **самонесущих**.

Наконец, стены, которые служат только ограждениями и свой собственный вес несут в пределах лишь одного этажа, опираясь на другие важные элементы здания, называют **ненесущими**.

**Перекрытиями** называют конструкции, разделяющие внутреннее пространство здания на этажи. Перекрытия ограничивают этажи и расположенные в них помещения сверху и снизу (ограждающие функции) и несут, кроме собственного веса, полезную нагрузку, т.е. вес людей, оборудования и предметов, находящихся в помещениях (несущие функции). Кроме того, перекрытия играют весьма существенную роль в обеспечении пространственной жесткости здания, т.е. неизменяемости его конструктивной схемы под действием всех возможных нагрузок.

Перекрытия, в зависимости от их расположения в здании, бывают **междуэтажные**, разделяющие смежные по высоте этажи; **чердачные**, отделяющие верхний этаж от чердака; **нижние**, отделяющие нижний этаж от грунта, и **надподвальные**, отделяющие первый этаж от подвала.

По верху междуэтажных перекрытий настилают полы в зависимости от назначения и режима эксплуатации помещения. А нижняя поверхность перекрытия (или покрытия) образует **потолок** для нижележащего помещения.

**Отдельными опорами** называют стойки (столбы или колонны), предназначенные для поддержания перекрытий, крыши, а иногда и стен и передачи нагрузки от них непосредственно на фундаменты.

Перекрытия могут опираться или непосредственно на колонны, или, что чаще, на уложенные по ним мощные балки, называемые прогонами.

Колонны и прогоны образуют так называемый внутренний каркас здания.

**Крыша** является конструкцией, защищающей здание сверху от атмосферных осадков, солнечных лучей и ветра. Верхняя водонепроницаемая оболочка крыши называется **кровлей**. Крыша вместе с чердачным перекрытием образует покрытие здания. **Мансардным этажом (или мансардой)** называется этаж в чердачном пространстве, фасад которого полностью или частично образован поверхностью (поверхностями) наклонной или ломаной крыши.

В том случае, если в здании отсутствует чердак, функции чердачного перекрытия и крыши совмещаются в одной конструкции, которая называется **бесчердачным покрытием**.

**Перегородками** называют сравнительно тонкие стены, служащие для разделения внутреннего пространства в пределах одного этажа на отдельные помещения. Перегородки опираются в каждом этаже на перекрытия и никакой нагрузки, кроме собственного веса, не несут.

Лестницы служат для сообщения между этажами. Из противопожарных соображений лестницы, как правило, заключаются в специальные, огражденные стенами, помещения, которые называются лестничными клетками.

Для освещения помещений естественным светом и для их проветривания (вентиляции) служат окна, а для сообщения между соседними помещениями или между помещением и наружным пространством - двери. В некоторых случаях при необходимости ввода в помещение крупного оборудования или средств транспорта помимо дверей устраивают еще и ворота.

Кроме вышперечисленных, существует ряд конструктивных элементов (как, например, балконы, входные площадки, приямки у окон подвала и др.), которые нельзя отнести ни к одной из указанных групп.

Безусловно, выбор « строительного материала связан также с экономическими соображениями, с обязательностью учета местной строительной базы и т. п. Обычно все факторы тщательно анализируются на стадии разработки технико-экономических обоснований проекта.

Рекомендации самого общего порядка сводятся к следующему. Основным материалом массового строительства гражданских и производственных зданий в настоящее время является железобетон. Это один; из наиболее долговечных и стойких материалов; он хорошо сопротивляется действию огня и коррозии. Как правило применяется в сборном исполнении, Железобетон несколько дороже металла, но в условиях эксплуатации он. выгоднее, поскольку не требует дополнительных расходов по периодической защитной отделке, окраске. Кроме того, на изготовление железобетонных конструкций требуется меньше металла, что способствует рациональному использованию металла в народном хозяйстве. Железобетон широко используется как при возведении каркасных остовов, так и при строительстве стеновых остовов; применяются как в сборном, так и в монолитном исполнении.

Штучные (мелкие) традиционные материалы искусственные (кирпич и т. п.) и естественные известняки т. п.) могут использоваться при возведении стен и столбов в малоэтажном и отчасти в многоэтажном строительстве. Общая тенденция в массовом строительстве гражданских малоэтажных зданий и в промышленном строительстве—всемерное сокращение объемов традиционной каменной кладки, главным образом по причине ее неиндустриальности; возведение стен этим способом трудоемко, подвержено сезонности и погодным условиям, требует высокой квалификации каменщиков и т. п. Наряду с этим необходимо иметь в виду и значительные архитектурные преимущества традиционной кладки стен из штучных материалов: долговечность, надежность в эксплуатации и особенно возможность возведения стен любой формы и размеров. Поэтому

применение стен из штучных материалов целесообразно при строительстве зданий по индивидуальным проектам не массовой застройки, а также при реконструкции и реставрации городской застройки.

Металл (сталь) применяется главным образом в несущих конструкциях покрытий больших пролетов. При возведении колонн каркаса одноэтажных производственных зданий применение металла целесообразно при большой высоте здания или при значительных нагрузках от мостовых кранов. Металлический несущий остов рекомендуется в тех случаях, когда специфические условия производственного процесса (например, в металлургической промышленности) делают не целесообразным применение железобетона (периодические тепловые воздействия и т. п.). Металлический несущий остов может применяться при возведении каркасов высотных зданий в случаях ограничения несущей способности сборного железобетона и в других специально оговоренных случаях, с последующим обетонированием всех несущих конструкций. Кроме того, стальные изделия могут применяться в виде отдельных элементов несущего остова (решетчатые связи жесткости, фахверк торцов расширения, балки и т. п.). Во всех случаях применение металла должно быть обосновано и соответствовать требованиям СНиП 2.01.02—85 «Противопожарные нормы».

## **Тема 4. Строительные материалы и изделия из них.**

### **Лекция № 1. Основные свойства строительных материалов.**

Применяя тот или иной материал в строительстве, нужно знать его физико-механические свойства и учитывать те условия, в которых этот материал будет работать в строительной конструкции.

Основные свойства строительных материалов можно разделить на несколько групп.

*К первой группе* свойств относят физические свойства материалов : удельный вес, объёмный вес, плотность и пористость. От них в большой степени зависят другие важные в строительном отношении свойства строительных материалов.

*Вторую группу* составляют свойства, характеризующие отношение строительного материала к действию воды и связанному с нею действию мороза : водопоглощение, влажность и отдача влаги, гигроскопичность, водопроницаемость, водо- и морозостойкость.

*К третьей группе* относятся механические свойства материалов : прочность, твёрдость, истираемость и др.

*В четвёртую группу* объединены свойства, характеризующие отношение материалов к действию тепла : теплопроводность, теплоёмкость, огнестойкость и огнеупорность. Помимо основных, различают ещё специальные свойства, присущие лишь отдельным видам строительных материалов.

Способность некоторых материалов сопротивляться разрушающему действию кислот, щелочей, солей и газов носит общее название химической (или коррозионной) стойкости.

Особую группу составляют так называемые технологические свойства, которые характеризуют способность материала подвергаться механической обработке. Например,

древесина является материалом, легко поддающимся обработке. Строителю приходится считаться с этим свойством при выборе того или иного материала.

### **Физические и химические свойства** строительных материалов.

**Удельным весом** называется вес материала в единице объёма в плотном состоянии ( без пор ).

**Объёмным весом** называется вес единицы объёма материала в естественном состоянии ( вместе с порами ).

Объёмный вес рыхлых материалов ( песка, щебня ), определяемый без вычета пустот между их частицами, называют **насыпным весом**.

**Плотностью** материала называется степень заполнения его объёма твёрдым веществом, из которого материал состоит.

**Пористостью** называется отношение объёма пор к общему объёму материала.

По величине воздушных пор материалы разделяют на мелкопористые ( поры имеют размеры в сотые и тысячные доли миллиметра ) и крупнопористые ( размеры пор от десятых долей миллиметра до 1 - 2 мм ).

Более крупные поры в изделиях или полости между кусками рыхло насыпанного сыпучего материала ( песок, щебень, гравий ) называют **пустотами**.

Пористость строительных материалов колеблется в очень широких пределах — от 0 ( сталь, стекло ) до 90 % ( плиты из минеральной ваты ).

*Материал с высокой пустотностью и пористостью часто бывает наиболее лучшим теплоизоляционным материалом.*

**Водопоглощением** называется степень заполнения объёма материала водой.

Отношение прочности насыщенного водой материала к прочности его в сухом состоянии называется **коэффициентом размягчения** материала. Этот коэффициент является весьма важным показателем, так как он характеризует водостойкость материала, который в условиях работы в сооружении может подвергаться действию воды.

Коэффициент размягчения колеблется в пределах от нуля ( у глиняных необожжённых изделий до единицы ( у материалов, не изменяющих своей прочности от действия воды, — стекла, стали, битумов ).

Каменные материалы ( природные и искусственные ) нельзя применять в сырых местах, если коэффициент их размягчения меньше 0,8. Материалы с коэффициентом размягчения больше 0,8 называют **водостойкими**.

**Влагоотдачей** называется свойство материала отдавать воду при изменении условий в окружающей среде. Влагоотдачу выражают посредством скорости высыхания материалов — количеством воды ( а процентах от веса или объёма стандартного образца материала ), теряемым в сутки при относительной влажности окружающего воздуха 60 % и температуре 20 градусов.

**Влажность** материала — весовое содержание воды в материале строительных конструкций ( значительно ниже, чем их полное водопоглощение ).

**Водопроницаемостью** называется способность материала пропускать воду под давлением.

**Морозостойкостью** называется способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное переменное замораживание и оттаивание без признаков разрушения и без значительного понижения прочности.

Плотные материалы без пор или с незначительной пористостью, поглощающие весьма мало воды, морозостойки.

Чтобы материал обладал морозостойкостью, коэффициент размягчения его должен быть не ниже 0,9.

**Газопроницаемостью** называется способность материала пропускать через свою толщину газ (воздух).

Газопроницаемость стен и других элементов сооружений можно значительно уменьшить, покрывая их масляными красками или битумными составами, а также производя их оштукатуривание.

Примеры : воздухопроницаемость кирпича — 0,35, цементно-песчанной штукатурки — 0,02, рубероида — 0,01.

**Теплопроводностью** называется способность материала передавать через свою толщину тепловой поток, возникающий вследствие разности температур на поверхностях, ограничивающих материал.

Степень теплопроводности очень важно знать для материалов, используемых при устройстве так называемых ограждающих конструкций зданий ( т.е. наружных стен, верхних перекрытий, полов в нижнем этаже ) и в особенности для теплоизоляционных материалов, назначение которых — способствовать сохранению тепла в помещениях и тепловых установках.

**Коэффициент теплопроводности** равен количеству тепла, в килокалориях, проходящего через стену толщиной 1 м, площадью 1 кв.м. за 1 час при разности температур на двух противоположных поверхностях стен в 1 град.

Теплопроводность материала зависит от степени его пористости, характера пор, вида материала, влажности, объёмного веса и средней температуры, при которой происходит передача тепла.

У пористых материалов тепловой поток проходит через их массу и через поры, наполненные воздухом. Теплопроводность воздуха очень низка ( 0,02 ), вследствие чего он оказывает большое термическое сопротивление прохождению теплового потока. Коэффициент теплопроводности сухих пористых материалов является промежуточной величиной между коэффициентами теплопроводности их вещества и воздуха. Чем больше пористость ( т.е. чем меньше объёмный вес материала ), тем меньше коэффициент теплопроводности.

Величина пор материала также оказывает влияние на коэффициент его теплопроводности. Мелкопористые материалы менее теплопроводны, чем крупнопористые. Материалы с замкнутыми порами имеют меньшую теплопроводность, чем материалы с сообщающимися порами. Это объясняется тем, что при крупных и сообщающихся порах в них возникает движение воздуха, сопровождающееся переносом тепла ( конвекция ) и повышением суммарного коэффициента теплопроводности.

В таблице 1 приведены коэффициенты теплопроводности теплоизоляционных материалов и для сравнения — коэффициенты теплопроводности некоторых других строительных материалов.

**Теплоёмкостью** называют свойство материала поглощать определённое количество тепла при нагревании.

**Коэффициент теплоёмкости** представляет собой количество тепла в килокалориях, необходимое для нагревания 1 кг. данного материала на 1 градус.

Природные и искусственные каменные материалы имеют коэффициент теплоёмкости в пределах от 0,18 до 0,22, лесные материалы — от 0,57 до 0,65. У металлов коэффициент теплоёмкости относительно не высок, например, у стали он равен 0,11.

Теплоёмкость материалов имеет значение в строительстве при проверке теплоустойчивости стен и перекрытий и расчёте подогрева материалов для зимних бетонных и каменных работ, а также при расчёте печей.

Под **теплоустойчивостью** стен и перекрытий понимают их способность сохранять на внутренней поверхности более или менее постоянную температуру, несмотря на колебания теплового потока вследствие неравномерной работы отопления. Суточные колебания температуры в жилых зданиях не должны превышать 6 градусов.

При топке печей у поверхностей стен или перекрытий, обращённых внутрь здания, создаётся запас тепла, вследствие чего внутри помещений температура значительно не повышается. По окончании топки запас тепла, накопленный в стенах и перекрытиях, расходуется на подогрев воздуха, чем и выравнивается в помещениях температура воздуха.

Для стен и перекрытий жилых и отапливаемых зданий желательно применять материалы с возможно более низким коэффициентом теплопроводности и возможно более высоким коэффициентом теплоёмкости. Такими свойствами обладают, в частности, лесные материалы, которые широко применяют для стен и перекрытий отапливаемых зданий.

Удельная теплоёмкость каменных материалов (камень, кирпич, бетон, шлак, стекло и др.) находится в пределах 0,18 - 0,22. Лесные и другие органические материалы имеют значительно большие коэффициенты теплоёмкости, например:

шевелин.....	0,45
древесина сосны и ели.....	0,65
древесина дуба.....	0,57
рубероид.....	0,36
камышит.....	0,36
торфяные плиты.....	0,50

**Огнестойкостью** называется способность материалов выдерживать без разрушения действие высоких температур и воды (при пожарах). По огнестойкости строительные материалы делят на три группы: негоряемые, трудногоряемые и горяемые.

**Огнеупорностью** называют свойство материала противостоять длительному воздействию высоких температур, не расплавляясь.

При устройстве различных отопительных установок (печей, труб, при обмуровке котлов и пр.) используются строительные материалы, которые могут не только выдерживать действие высоких температур, но и нести определённую нагрузку при постоянной высокой температуре.

Такие материалы делят на три группы: огнеупорные, выдерживающие действие температур от 1580 градусов и выше (шамот, диас и др.); тугоплавкие, выдерживающие действие температур выше 1350 до 1580 градусов (гжельский кирпич); легкоплавкие — с огнеупорностью ниже 1350 градусов (например, обыкновенный глиняный кирпич).

**Химической стойкостью** называется способность материалов сопротивляться действию кислот, щелочей, солей, растворённых в воде, и газов.

Большая часть строительных материалов не обладает стойкостью к действию кислот и щелочей. Весьма нестойко в этом отношении, например, дерево. Битумы отличаются нестойкостью к действию концентрированных растворов щелочей, а многие природные каменные материалы — к действию кислот (например, известняки, мраморы, доломиты и др.). Многие вяжущие материалы также плохо противостоят действию кислот.

Высокой сопротивляемостью действию щелочей и кислот обладают керамические материалы с очень плотным черепком (например, облицовочные плитки, плитки для полов, канализационные трубы), специальный кирпич для устройства канализационных коллекторов, материалы на основе пластмасс (трубы, плёнки) и др.

**Долговечность** является весьма важным свойством строительных материалов. Под долговечностью понимают способность материалов сопротивляться всей сумме атмосферных воздействий в эксплуатационных условиях (изменение температур, влажности, влияние кислорода и других газов, находящихся в воздухе).

Процесс естественного изменения свойств материалов под действием атмосферных факторов называется *старением материалов*. Например, керамические материалы и естественные каменные материалы относятся к долговечным материалам, а древесина — в условиях повышенной влажности — к быстростареющим.

### **Механические свойства.**

**Прочность** — свойство материала сопротивляться разрушению под действием напряжений, возникающих от нагрузки или других факторов.

Прочность строительных материалов характеризуется так называемым пределом прочности при сжатии или пределом прочности при растяжении.

**Пределом прочности** называют напряжение, соответствующее нагрузке, вызывающей разрушение образца материала.

**Твёрдостью** называется способность материала сопротивляться проникновению в него постороннего более твёрдого тела. Это свойство материала не всегда соответствует их прочности. Материалы с разными пределами прочности при сжатии могут обладать примерно одинаковой твёрдостью.

**Истираемостью** называют способность материала уменьшаться в весе и объёме под действием истирающих усилий.

**Соппротивлением удару** называется способность материала сопротивляться ударным воздействиям.

**Упругостью** называется свойство материала восстанавливать свою первоначальную форму и объём после прекращения действия внешних сил, под воздействием которых форма материалов изменяется в той или иной мере. Первоначально форма может восстанавливаться полностью при малых нагрузках и частично при больших. В последнем случае в материале имеются **остаточные деформации**.

**Деформацией** называется изменение формы или объёма твёрдого тела.

**Пределом упругости** считают напряжение, при котором остаточные деформации впервые достигают некоторой малой величины, устанавливаемой техническими условиями на данный материал. Это наибольшее напряжение, по достижении которого материал практически получает только упругие деформации, т.е. исчезающие после снятия нагрузки.

**Пластичностью** называют способность материала под влиянием действующих на него усилий изменять свои размеры и форму без образования трещин и сохранять их после снятия нагрузки.

Помимо материалов пластичных ( битумы, глиняное тесто и др. ) имеются материалы **хрупкие**, которые разрушаются сразу ( без предварительной деформации ), как только действующие на них усилия достигают величины разрушающих нагрузок.

## **ЛЕКЦИЯ № 2. ПРИРОДНЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **2.1. Классификация горных пород.**

Горной породой называется минеральная масса, состоящая из одного (мономинеральная порода) или нескольких (полиминеральная порода) минералов.

Минералом называют природное химически и структурно индивидуализированное тело, приблизительно однородное по химическому составу и физическим свойствам — продукт физико-химических процессов, совершающихся в земной коре. Минералы представляют собой составные части горных пород, руд и других минеральных тел, составляющих земную кору.

В зависимости от условий образования все горные породы делятся на три вида: первичные или изверженные, вторичные или осадочные и видоизмененные или

метаморфические.

Первичные породы образовались из магмы — огненно-жидкой массы, излившейся из глубины земли и затвердевшей.

Вторичные (пластовые) породы образовались в результате разрушения изверженных и других пород под влиянием температурных колебаний, действия воды и ветра. Перемещаемые водными потоками на значительные расстояния, продукты разрушения осаждались в местах менее интенсивного течения воды и в водоемах (морях и озерах) в виде пластов. Воздействия ветра и движение ледников также влияли на перемещение разрушенных пород. Растворимые в воде минералы и продукты их разрушений впоследствии осаждались из водного раствора. В состав осадочных пород входят также минеральные вещества и продукты жизнедеятельности организмов, населявших водные бассейны.

Видоизмененные породы образовались в результате глубоких изменений изверженных и осадочных пород под воздействием высоких температур или больших давлений. Под влиянием протекающих в таких условиях физико-химических процессов изменялся химический и минералогический состав пород, происходила перекристаллизация минералов и видоизменялась их структура, в результате чего образовались новые породы, существенно отличающиеся от первоначальных.

Эта геологическая классификация горных пород составлена на основе работ академиков Ф. Ю. Левинсона-Лессинга, А. П. Карпинского и других ученых.

## **2.2. ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ**

Среди большого разнообразия природных минералов только небольшая их часть участвует в образовании горных пород. К числу этих минералов, называемых породообразующими, относятся кварц, полевые шпаты, слюды, карбонаты, сульфаты и железистомагнезиальные минералы. От минералогического состава горных пород в значительной степени зависят их строительные свойства. Одни минералы отличаются высокой прочностью, твердостью и химической прочностью, например кварц, другие имеют незначительную прочность, недостаточную химическую стойкость, способны значительно поглощать воду (гипс); отдельные минералы обладают способностью легко расщепляться по плоскостям (например, слюда), понижая этим прочность породы, в состав которой они входят. Эти свойства, а также химический состав минералов определяют назначение образованных ими пород в строительстве. Большая часть минералов находится в твердом состоянии и обладает преимущественно кристаллической формой.

Прежде чем перейти к изучению горных пород, необходимо ознакомиться с важнейшими породообразующими минералами.

### **2.3. ГРУППА КВАРЦА**

В наибольшем количестве в земной коре (литосфере) содержится свободный кремниевый ангидрид или кремнезем  $\text{SiO}_2$ . В состав большинства минералов он входит в виде силикатов — химических соединений с основными окислами. Свободный природный кристаллический кремнезем встречается в виде кварца — одного из наиболее распространенных в земной коре минералов. Его кристаллы имеют форму шестигранных призм с шестигранными же пирамидами на концах (основаниях). Кварц обычно непрозрачен, чаще он белого, молочно-белого цвета. Спайность у кварца отсутствует, излом его раковистый, он имеет жирный блеск; с щелочными кислотами при обычной температуре не соединяется и под действием кислот (кроме плавиковой) не разрушается. Удельный вес кварца 2,65, твердость 7 по шкале твердости. Кварц имеет высокую прочность при сжатии (около 20 000 кг/см<sup>2</sup>) и хорошо сопротивляется действию истираний.<sup>^</sup>

При нагревании] до температуры 575° С кварц из (3-модификации) переходит в «-

модификацию (высокотемпературную), скачкообразно увеличиваясь в объеме примерно на 1,5%. При температуре 870° С он начинает переходить в тридимит (удельный вес 2,26), значительно увеличиваясь в объеме/ (минерал тридимит кристаллизуется в виде тонких; шестигранных пластинок). Эти изменения объема кварца при высоких температурах необходимо учитывать в производстве огнеупорных дина-совых изделий. При температуре 1710° С кварц переходит в жидкое состояние. При быстром остывании расплавленной массы (расплава) образуется кварцевое стекло — аморфный кремнезем с удельным весом 2,3.

В природе встречается минерал опал аморфной структуры, представляющий собой гидрат кремнезема ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ). Аморфный кремнезем активен, может соединяться с известью при нормальной температуре, тогда как кристаллический кремнезем (кварц) приобретает эту способность только под действием пара большого давления (в автоклаве) или при сплавлении.

#### 2.4. ГРУППА АЛЮМОСИЛИКАТОВ

Второе место после кремнезема занимает в земной коре глинозем  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Свободный глинозем в природе встречается в виде минералов корунда и других глиноземистых минералов.

Корунд — один из наиболее твердых минералов. Его используют для производства высокоогнеупорных материалов, он является ценным абразивом.

Другой глиноземистый материал — диаспор — представляет моногидрат глинозема  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и содержит 85%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Диаспор входит в состав бокситов — тонкодисперсных горных пород часто красного или фиолетового цвета, богатых глиноземом (от 40 до 80%) и используемых как сырье для производства глиноземистого цемента.

Глинозем обычно находится в виде химических соединений с кремнеземом и другими окислами, называемых алюмосиликатами. Наиболее распространенными в земной коре алюмосиликатами являются полевые шпаты, которые составляют по весу более половины всей массы литосферы. К этой же группе минералов относятся слюды и каолиниты.

Полевые шпаты. Характерная особенность всех полевых шпатов — хорошо выраженная спайность по двум направлениям. В зависимости от угла, под которым пересекаются направления спайности (прямой или близкий к нему), различают ортоклаз или калиевый полевой шпат  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  и плагиоклазы. Последние подразделяются на альбит или натриевый полевой шпат  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  и анортит или кальциевый полевой шпат  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ .

Полевые шпаты имеют цвет белый, розовый (до темно-красного), серый, желтоватый и др., удельный вес их 2,55—2,76, твердость по шкале твердости 6, прочность во много раз меньше прочности кварца (на сжатие от 1200 до 1700 кг/см<sup>2</sup>). Стойкость полевых шпатов против механического и химического выветривания незначительна; плавятся они при температуре от 1170 до 1550° С.

Слюды представляют собой водные алюмосиликаты сложного и разнообразного состава. Характерной особенностью их является легкая расщепляемость на тонкие, гибкие и упругие листочки и пластинки. Твердость слюд находится в пределах 2—3 по шкале твердости. Наиболее часто встречаются следующие виды слюд: калиевая (мусковит) — светлая, прозрачная (в тонких листочках), тугоплавкая, химически стойкая; железистомагнезиальная (биотит) — непостоянного состава, очень темного цвета (черного, бурого), легче разрушающаяся, чем мусковит; вермикулит — гидрослюда золотисто-бурого цвета, образующаяся в результате окисления и гидратации биотита; при прокаливании вермикулит теряет воду и увеличивается в объеме в 18—25 раз; обожженный вермикулит (зонолит) применяется как теплоизоляционный материал.

Каолинит или водный алюмосиликат  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  представ

ляет собой продукт выветривания изверженных и метаморфических горных пород. Каолинит обычно встречается в виде белых или окрашенных рыхлых землистых или плотных масс, является основной частью глины. Удельный вес каолинита 2,6, твердость 1.

## **2.5. ГРУППА ЖЕЛЕЗИСТО-МАГНЕЗИАЛЬНЫХ СИЛИКАТОВ**

Минералы, входящие в эту группу, имеют темную окраску, поэтому их часто называют темноокрашенными минералами. Удельный вес их больше, чем других силикатов, твердость находится в пределах 5,5—7,5; они обладают значительной вязкостью. При большом содержании их в горных породах они придают последним темный цвет и большую вязкость, т. е. повышенную сопротивляемость удару. Наиболее распространенными породообразующими минералами железисто-магнезиальной группы являются пироксены, амфиболы и оливин.

Пироксены, из семейства которых наиболее часто встречаются авгиты (глиноземистые пироксены), имеют удельный вес 3,2—3,6.

К амфиболам относится роговая обманка — типичный минерал изверженных пород — с удельным весом 3,1—3,5.

Оливин — минерал зеленого цвета, отличающийся малой стойкостью: под воздействием различных реагентов ( $H_2O$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  и др.) он изменяется и в результате присоединения воды увеличивается в объеме, переходя в змеевик или серпентин. Одна из разновидностей серпентина имеет волокнистое строение и называется хризотиласбестом, или горным льном. Хризотиласбест состоит из тонких и прочных волокон; его широко используют в асбестоцементной промышленности и в производстве теплоизоляционных материалов. Крупные месторождения хризотиласбеста находятся на Урале.

## **2.6. ГРУППА КАРБОНАТОВ**

В осадочных горных породах наиболее часто встречаются породообразующие карбонатные минералы (карбонаты), важнейшие из них — кальцит, магнезит и доломит.

Кальцит, или кристаллический известковый шпат  $CaCO_3$  один из самых распространенных минералов земной коры. Он легко раскалывается по плоскостям спайности по трем направлениям, имеет удельный вес 2,7 и твердость 3. Кальцит слабо растворим в чистой воде (0,03 г в 1 л), но растворимость его резко возрастает при содержании в воде агрессивной двуокиси углерода  $CO_2$ , так как образуется кислый углекислый кальций  $Ca(HCO_3)_2$ , растворимость которого почти в 100 раз больше, чем кальцита.

Магнезит  $MgCO_3$  встречается большей частью в виде землистых или плотных агрегатов, обладающих скрыто-кристаллическим строением. Он тяжелее и тверже кальцита.

Доломит  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$  по физическим свойствам близок к кальциту, но более тверд и прочен и еще меньше растворим в воде.

## **2.7. ГРУППА СУЛЬФАТОВ**

Сульфатные минералы (сульфаты), так же как и карбонаты, часто встречаются в осадочных горных породах; важнейшие из них — гипс и ангидрит.

Гипс  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  типичный минерал осадочных пород. Строение его кристаллическое, иногда мелкозернистое, кристаллы пластинчатые, столбчатые, игольчатые и волокнистые. Встречается гипс преимущественно в виде сплошных зернистых, волокнистых и плотных пород вместе с глинами, сланцами, каменной солью и ангидритом. Гипс имеет белый цвет, иногда бывает прозрачен или окрашен примесями в различные цвета. Удельный вес его 2,3, твердость 2. В воде гипс растворяется сравнительно легко при температуре 32—41° С, растворимость его в 75 раз больше, чем кальцита (0,22 г в 1 л).

Ангидрит  $CaSO_4$  имеет удельный вес 2,8—3, твердость 3—3,5; по внешнему виду похож на гипс. Залегает пластами и прожилками вместе с гипсом и каменной солью. Под действием воды ангидрит постепенно переходит в гипс, при этом объем его

увеличивается.

### Лекция № 3. Характеристика некоторых строительных материалов

**Кирпичи и камни керамические.** Изготавливаются из легкоплавких глин с добавками или без. Кирпичи бывают обычными (размер, мм: 65 x 120 x 250), утолщенными (80 X 120 X 250) и модульными (138 X 138 X 288). Толщина камня равна толщине двух кирпичей (включая растворный шов). Камни делятся на обычные (138 x 120 x 250), укрупненные (138 x 250 X 250), модульные (138 x 138 x 288) и с горизонтальным расположением пустот (120 X 250 x 250).

Кирпичи бывают полнотелыми или пустотелыми, камни — только пустотелыми.

По прочности кирпичи и камни делятся на марки — 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300 (по возрастанию прочности). Они должны быть нормально обожжены, так как недожженный материал (алого цвета) обладает недостаточной прочностью, пониженной водо-и морозостойкостью, а пережженный (темно-бурого цвета) — повышенной плотностью, теплопроводностью и зачастую имеет искаженную форму.

Применяются кирпичи и камни при кладке наружных и внутренних стен и прочих конструкций, а также для изготовления стеновых панелей и блоков. Допускается также использование этих материалов при устройстве фундаментов и цоколей зданий.

Таблица 2. Применение керамических кирпичей и камней

Изделие	Применение	
	рекомендуется	не рекомендуется
Кирпич		
Обычный и утолщенный	Кладка наружных и внутренних стен, столбов и перегородок	Цоколи и фундаменты
Полнотелый и пустотелый	— и	Цоколи выше уровня;
Пустотелый полусухого формования	и —	То же при облицовке плитами толщиной не менее
Пустотелый пластического формования	Изготовление крупных стеновых панелей	—
Камни		
с вертикальными пустотами	Наружные и внутренние стены и перегородки	Наружные и внутренние стены каркасных зданий и цоколи выше гидроизоляции
с горизонтальными пустотами	Перегородки, самонесущие наружные стены	Внутренние стены малоэтажных зданий, кроме наружных стен мокрых помещений

**Облицовочные (лицевые) кирпичи и камни** имеют правильную форму, четкие грани и однородную окраску. Их поверхность бывает гладкой, рифленой и фактурной (зернистой и т. п.). Облицовочные кирпичи и камни подразделяются на марки по прочности (75, 100, 125, 150) и выпускаются следующих видов и размеров: кирпич

полнотелый и пустотелый обычный — 65 X 120 x 250, утолщенный — 88 X 120 X 250, модульный — 63 X 138 X 288; камень пустотелый обычный — 138 X 120 X 250, укрупненный — 138 X 250 X 250, модульный — 138 X 138 X 288, с горизонтальными пустотами — 80 X 200 X 250.

**Кирпичи и камни силикатные.** Изготавливаются из смеси извести, воды и кварцевого песка. Кирпичи бывают одинарными полнотелыми или с пористыми заполнителями (65 X 120 x 250), утолщенными пустотелыми или полнотелыми с пористыми заполнителями (88 x 120 X 250), пустотелыми (138 x 120 X 250).

По прочности силикатные материалы делятся на марки — 75, 100, 125, 200, 250. Сфера применения силикатных кирпичей и камней такая же, как и у керамических, однако их не используют для кладки фундаментов и стен в условиях повышенной влажности, а также для кладок, подвергающихся воздействию высоких температур (печи и т. п.)

**Камни бетонные стеновые** также относятся к силикатным материалам. По размерам камни делятся на целые (188 x 190 x 390), продольные половины (188 x 90 x 390) и перегородочные (188 x 90 x 590).

По своему назначению бетонные камни подразделяются на следующие виды: для кладки и стен фундаментов, лицевые (для кладки стен и фундаментов), для перегородок.

**Блоки стеновые из природного камня** получают путем выпиливания из массивов известняка, туфа, доломита, песчаника и т. д. Их применяют при кладке наружных и внутренних стен жилых зданий.

**Камни стеновые из горных пород.** Изготавливают из известняка, вулканического туфа, других горных пород. Применяют их для кладки стен, перегородок и других конструкций зданий.

**Камни бутовые (бут)** получают из плотных осадочных пород (известняк, доломит, песчаники). Применяют при кладке фундаментов малоэтажных зданий.

### **Виды кладки и их назначение**

По определению каменной кладкой называется конструкция, которая состоит из камней, уложенных в определенном порядке на строительном растворе. Она несет на себе нагрузки от собственного веса и веса опирающихся на нее прочих конструктивных элементов, а также выполняет теплоизоляционные, звуко-изоляционные и другие функции.

Существуют следующие виды кладки, которые используют при строительстве домов:

кирпичная;

кладка из керамических камней;

кладка из искусственных крупных блоков, изготавливаемых из бетона, кирпича или керамических камней;

кладка из природных камней правильной формы (пиленых или тесаных);

бутовая кладка из природных неотесанных камней, имеющих неправильную форму;

смешанная кладка (бутовая, облицованная кирпичом; из бетонных камней, облицованных кирпичом, и кирпича, облицованного тесаным камнем);

бутобетонная кладка;  
облегченная кладка из кирпича и других материалов.

Для выполнения каменной кладки применяют известковые, смешанные цементно-известковые и цементные растворы, а также цементно-глиняные растворы, в которых глина служит пластифицирующей добавкой.

**Кладка из керамического кирпича пластического прессования** обладает отличной влаго- и морозо-

стойкостью, повышенной прочностью, вследствие чего ее применяют при возведении стен и столбов зданий, подпорных стенок, дымовых труб, конструкций различных подземных сооружений.

**Кладка из керамического пустотелого или пористо-пустотелого кирпича** используется главным образом при возведении стен зданий. Благодаря своей малой теплопроводности, эти кладки позволяют сократить толщину наружных стен, выложенных из полнотелого кирпича.

**Кладка из бетонных камней**, изготовленных на тяжелом бетоне, применяется при строительстве фундаментов, стен подвалов и других подземных конструкций.

**Кладка из пустотелых и легкобетонных камней** используется при возведении наружных и внутренних стен здания. Этот материал обладает хорошими теплоизолирующими показателями, но при этом пустотелые и легкобетонные камни влагоемки, вследствие чего обладают недостаточной морозостойкостью. Учитывая это качество, фасады наружных стен, выложенные из этих камней, штукатурят.

**Кладка из силикатных камней и кирпича** обладает большей прочностью и сроком службы, чем кладка из пустотелых и легкобетонных камней. Однако она более теплопроводна. Из силикатных камней и кирпича возводят как внутренние, так и наружные стены.

**Низкомарочные легкобетонные и пустотелые бетонные камни** применяют исключительно для возведения конструкций, расположенных внутри здания, с нормальным тепловлажностным режимом. Кладка, выполненная из этого материала, обладает большей теплопроводностью, плотностью, однако более прочна и долговечна, чем кладка из легкобетонных камней. Поэтому ее широко применяют для возведения не только внутренних стен, но и наружных.

**Кладку из крупных бетонных, силикатных или кирпичных блоков**, так же, как из штучных материалов, используют для возведения подземных и надземных конструкций зданий и сооружений, блоки из легких бетонов, силикатного, пустотелого и пористо-пустотелого кирпича — в основном для кладки наружных стен зданий.

**Кладка из природных камней и блоков** правильной формы обладает хорошими декоративными качествами, прочностью, устойчивостью против замораживания и выветривания, мало подвержена истираемости. Мягкие пористые горные породы в виде пиленых штучных камней массой до 45 кг (пористые туфы, ракушечники и т.д.) служат для кладки наружных и внутренних стен зданий. Из пористых горных пород (известняков, туфов) изготавливают также крупные стеновые блоки, предназначенные для укладки (монтажа) механизмами.

Камни твердых пород имеют высокую стоимость и трудоемки в обработке, поэтому их главным образом применяют в не жилом строительстве — для облицовки цоколей или отдельных частей зданий и сооружений, облицовки опор мостов, набережных.

**Бутовая и бутобетонная кладки** требуют больших затрат ручного труда и обладают большой теплопроводностью. Этот материал лучше применять для стро-

ительства фундаментов. Облицованная кирпичом, бутовая и бутобетонная кладки пригодны для подвальных и подпорных стен.

Кладки из силикатного кирпича сухого прессования и керамического пустотелого кирпича не применяют в конструкциях, расположенных в сырых грунтах, во влажных и мокрых помещениях, для возведения труб и печей.

Кладка из керамических пустотелых камней применяется главным образом при строительстве наружных стен отапливаемых зданий. Хорошие теплотехнические свойства этого материала позволяют сократить толщину наружных стен в средней полосе страны на полкирпича по сравнению с кладкой из обыкновенного керамического или силикатного кирпича.

### Элементы кладки

Ниже мы рассмотрим основные термины, относящиеся к элементам каменной кладки, которые будут использоваться на протяжении всей книги (рис. 2).

Две большие по площади грани кирпича (камня), расположенные по противоположным сторонам, называют верхней и нижней постелью (1). Ими кирпич укладывается на раствор. Длинные боковые стороны называются **ложками** (2), короткие — **тычками** (3).

Кладка выполняется горизонтальными рядами, кирпичи в большинстве случаев укладываются на постель, т. е. плашмя. Бывают случаи, когда кирпичи кладут на ложковую грань, т. е. на ребро (кладка карнизов, тонких перегородок).

**Версты** — крайние ряды кирпича в рядах, которые образуют поверхность кладки. Версты, расположенные со стороны фасада здания, называются **наружными** (4), расположенные внутри — **внутренними** (5).

Поисковый ряд кладки — ряд, образованный из кирпичей, которые уложены длинной боковой стороной к наружной поверхности стены (10).

**Тычковый** ряд кладки — ряд, обращенный короткой стороной (9).

**Забутовочные кирпичи** (забутка) — кирпичи, уложенные между внутренней и наружной верстами (6).

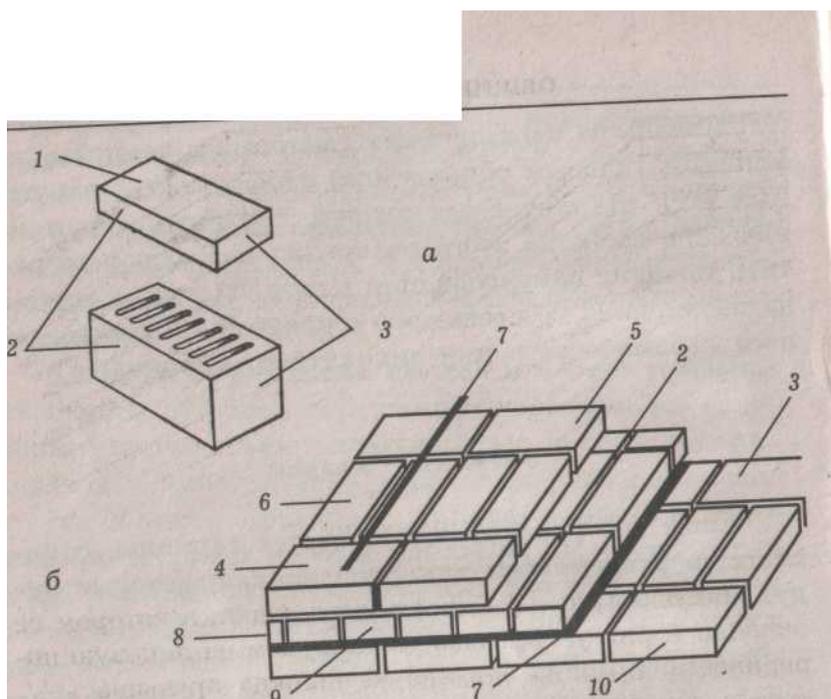


Рис. 2. Стороны кирпича и камня (а) и элементы каменной кладки (б).

1 — постель; 2 — ложок; 3 — тычок; 4 — наружная верста; 5 — внутренняя верста; б — забутка; 7 — горизонтальный шов; 7 — вертикальный шов; 8 — фасад; 9 — тычковый ряд; 10 — ложко-вый ряд.

**Высота рядов кладки** складывается из высоты кирпича и толщины горизонтального слоя раствора (шва). Средняя толщина шва равна 12 мм.

**Ширина кладки** (толщина стен) делается кратной  $\frac{1}{2}$  кирпича. При ее определении также необходимо учитывать вертикальные швы, средняя толщина которых составляет 10 мм.

Стены, выложенные из кирпича или камня, бывают глухими или с проемами. В последнем случае они могут иметь выступающие элементы — напуски, пояски, обрезы, уступы, пилястры.

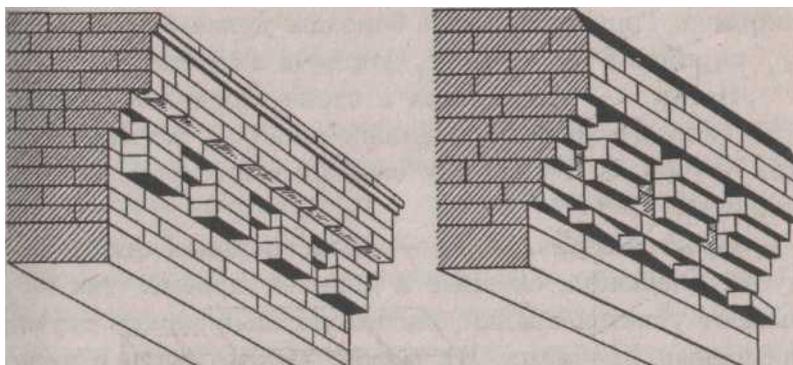


Рис. 3. Карнизы с напуском кирпичей.

**Напуск** (рис. 3)— фрагмент кладки, в котором ее очередной ряд укладывают с выступом на лицевую поверхность. Ширина напуска не должна превышать  $\frac{x}{3}$  длины кирпича в каждом ряду.

**Пояски, карнизы** и другие и другие элементы, разделяющие фасад по вертикали, образуются в результате нескольких рядов кладки выступом.

**Обрез** (рис. 4, а) — делают с отступом от лицевой части кладки при переходе от цоколя к стене, при уменьшении толщины стен в верхних этажах зданий и т. д. Выше обреза стена имеет меньшую толщину. Последний перед обрезом ряд кладки должен быть тычковым.

**Уступ** (рис. 4, б) — кладка, смещенная относительно основной плоскости стены по вертикали.

**Пилястры** (рис. 4, в) — столбы прямоугольной формы, которые выступают из общей лицевой плоскости стены, выкладываются в перевязку с нею.

**Борозды** — углубления в стене, предназначенные для размещения трубопроводов, скрытой электропроводки и т. п. После монтажа проводок, борозды заделывают вровень с плоскостью стены. Борозды, расположенные вертикально, выкладывают кратными  $\frac{1}{2}$  кирпича. Горизонтальные борозды делают кратными  $\frac{1}{4}$  кирпича в высоту и  $\frac{1}{2}$  кирпича в глубину.

**Ниши** — углубления в стене, предназначенные для оборудования встроенных шкафов, электрических устройств и т. п. Их выкладывают кратными  $\frac{1}{2}$  кирпича.

**Простенок** (рис. 4, г) — в конструкциях стен, предусматривающих оконные и дверные проемы, так называют участок кладки, расположенный между двумя соседними проемами. Их можно выкладывать в виде простых прямоугольных столбов, а можно — в виде столбов с четвертями, в которых будут крепиться дверные и оконные блоки (рис. 4, д).

**Штраба** — элемент, устраиваемый в тех местах, где кладка временно прерывается. Их выкладывают так, чтобы при последующем продолжении кладки можно было обеспечить надежную перевязку очередной части кладки с предыдущей. Штрабы бывают убежными и вертикальными. Убежные обеспечивают более надежную связь соединяемых частей стен. В вертикальные штрабы с целью повышения надежности закладывают стальную арматуру.

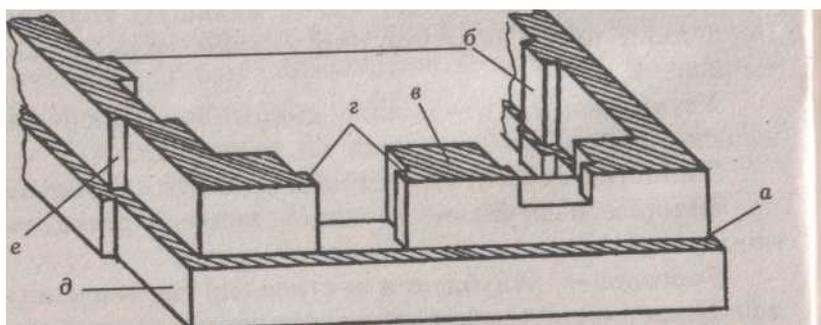


Рис. 4. Детали каменных конструкций.

а — обрез; б — пилястры; в — простенок; г — четверть; д — цоколь; е — уступ кладки.

## Лекция №4. Пластмассы.

### 10.1. Классификация пластмасс и их свойства

Пластмассы (пластические массы) — материалы, содержащие в качестве основной составной части полимер, который в период формования изделий находится в вязкотекучем (пластическом) состоянии, а при эксплуатации изделий — в твердом состоянии. Наличие целого комплекса ценных свойств (малой объемной массы при значительной прочности, стойкости к различным агрессивным воздействиям, низкой теплопроводности, хорошей декоративности) предопределило их широкое применение в строительстве. Важным положительным свойством пластмасс является легкость их технологической переработки и высокая заводская готовность изделий. Причем процесс их изготовления поддается полной механизации и автоматизации. Пластмассы хорошо свариваются и склеиваются как между собой, так и с другими строительными материалами (древесиной, металлом и др.).

Вместе с тем пластмассы не лишены недостатков. Большинство пластмасс горючи и обладают невысокой теплостойкостью (предельные рабочие температуры для многих от

100 до 150°C, а некоторые начинают размягчаться уже при температуре 60—80°C). Длительное воздействие солнечных лучей, повышенной температуры в сочетании с кислородом воздуха может вызвать «старение» пластмасс, т. е. изменение их эксплуатационных свойств (прочности, цвета и др.).

Основным компонентом всех пластмасс является связующее вещество, от которого главным образом и зависят свойства пластмасс. По количеству компонентов, входящих в пластические массы, их можно подразделить на простые и сложные.

*Простой называется пластмасса, состоящая из чистого полимера.*

В большинстве случаев применяют *сложные пластмассы*, состоящие из полимера, наполнителя и других компонентов. *Наполнители* повышают прочность и теплостойкость пластмасс и снижают ее стоимость. *Пластификаторы* повышают пластичность и эластичность. *Стабилизаторы* способствуют сохранению свойств пластмасс в течение длительного времени. *Красителями* служат органические и минеральные пигменты, Они придают пластмассам определенный цвет.

## 10.2. Конструкционно-отделочные и отделочные материалы

Полимерные материалы этой группы выпускают в виде крупноразмерных плит и листов, рулонных пленочных материалов, плиток, самоотверждающихся отделочных составов, а также погонажных изделий (плинтусов, поручней, всевозможных накладок). Высокая заводская готовность полимерных отделочных материалов позволяет свести к минимуму отделочные работы непосредственно на стройке и получить большой экономический эффект.

В качестве конструкционно-отделочных материалов применяют главным образом стеклопластики, древесно-слоистые пластики и древесно-стружечные плиты.

В качестве отделочных материалов используют бумажно-слоистые пластики, декоративные пленочные материалы, погонажные изделия.

*Погонажными изделиями* называются длинномерные изделия разнообразных профилей: плинтусы, рейки, поручни для лестничных перил, раскладки для крепления листовых материалов, нащельники и т. п. Использование полимерных погонажных изделий является одной из сторон малой индустриализации строительства.

## 10.3. Материалы для полов

Для полов применяют полимерные материалы (рулонные и плиточные), а также мастики для устройства бесшовных покрытий полов.

В качестве рулонных материалов для полов используются разнообразные *виды линолеума*. В современном строительстве наибольшее применение находят различные виды поливинилхлоридного линолеума: *бесосновный* (одно- и многослойный) и на *тканевой* тепло- и звукоизолирующей подоснове. Последний вид линолеума наиболее эффективен, так как позволяет настилать полы непосредственно на поверхность бетонного перекрытия без устройства специальных тепло- и звукоизоляционных прослоек.

Линолеум выпускают в рулонах шириной 1200—4000 мм, длиной не менее 12 м. Толщина в зависимости от вида линолеума 1,2—6 мм.

К основанию пола линолеум крепят на специальных мастиках. От ровности поверхности во многом зависит его долговечность. Это относится и ко всем остальным полимерным материалам — только при строгом соблюдении правил технологии укладки и эксплуатации пластмассы в полной мере проявляют свои положительные свойства.

Для полов различных помещений применяют также *мастичные бесшовные покрытия*. В мастичные составы входят жидкий полимер, наполнители и пигменты. Составы должны иметь консистенцию сметаны. Наносят их на основание пола слоем

0,5—1 см. После затвердевания (обычно 1—3 суток) образуется сплошное бесшовное покрытие. Такие покрытия отличаются достаточной химической стойкостью, износостойкостью и хорошим сопротивлением к ударным нагрузкам.

#### 10.4. Санитарно-технические изделия, клеи и мастики

**Санитарно-технические изделия.** Санитарно-технические изделия из пластмасс (смывные бачки, смесители, раковины, ванны) изготовляют прессованием, а менее мелкие изделия (вентиляционные детали, крючки и т. п.) получают методом литья под давлением или штампованием.

Санитарно-технические изделия из пластмасс отличаются легкостью, высокой механической прочностью, стойкостью к коррозии растворов кислот, щелочей, красивым внешним видом.

Пластмассовые трубы легче металлических в 4—5 раз при той же пропускной способности. Соединение труб может быть осуществлено различными способами: сваркой, склеиванием или на резьбе. Напорные пластмассовые трубы используют для холодного водоснабжения, некоторые — для канализации, водостоков, скрытой проводки, дренажа, а трубы-шланги — в сельском хозяйстве. Все виды пластмассовых труб снабжают фасонными деталями. Однако недостатком пластмассовых труб является их низкая теплостойкость (для большинства из них 60—80°С).

**Клеи на основе полимеров.** Подавляющее количество клеев, используемых для соединения элементов строительных конструкций, — клеи на основе полимеров. Они выгодно отличаются от традиционных натуральных клеев и клея на основе жидкого стекла большим разнообразием свойств и долговечностью. Полимерные клеи обладают высокой клеящей способностью к самым разнообразным материалам, биостойки, многие из них водостойки. Полимерные клеи можно разделить на три типа:

1. На основе водных растворов и водных дисперсий полимеров — это так называемые водоразбавляемые клеи. Например, клей ПВА или клей «Бустилат».

2. На основе растворов термопластичных полимеров в органических растворителях (нитроклей, резиновый клей). Недостаток этих клеев — пожароопасность, обусловленная наличием летучих растворителей.

3. На основе отверждающихся жидких олигомеров (эпоксидные, полиуретановые или мочевиноформальдегидные), обладающие относительно большой прочностью и теплостойкостью.

*Полимерные гидроизоляционные материалы.* К ним относятся в первую очередь пленки на основе полиэтилена, поливинилхлорида, полиизобутилена и других полимеров. Эти пленки можно склеивать и сваривать в большие полотна для устройства сплошной гидроизоляции бассейнов, резервуаров, подземных сооружений. Пленочная гидроизоляция нуждается в защите от механических повреждений, например в покрытии керамической плиткой на цементном растворе. В таких условиях пленочные материалы создают надежную и долговечную гидроизоляцию, кроме того, они отличаются простотой применения при невысокой стоимости.

Из прозрачных полимерных пленок устраивают также ограждающие конструкции, парники, теплицы и другие подобные сооружения. Кроме того, ими покрывают во время твердения бетон, чтобы предохранить его от пересыхания.

Полимерные герметизирующие материалы (герметики) выпускают в виде *паст* (мастик), эластичных прокладок и лент. Пастообразные герметики получают на основе полиизобутилена, тиоколовых и силиконовых каучуков. Они имеют хорошую адгезию к бетону, водостойки и сохраняют эластичность при температуре от -50 до +100°С.

Пастообразные герметики используют для герметизации вертикальных и горизонтальных стыков в стеновых панелях, а также заделки швов между деталями из бетона, металла, керамики, стекла и т. д.

*Эластичные прокладки* в виде пористых или плотных полос и жгутов закладывают в стыки в сжатом состоянии и тем самым обеспечивают герметизацию стыка. Возможно совместное применение пастообразных герметиков и прокладок. В качестве полимерных эластичных прокладок применяют гернит, пенополиуретановые прокладки, каучуковые уплотнительные ленты и др.

## **Лекция №5. Характеристика некоторых вяжущих веществ**

### ***Цементы***

Цемент служит для приготовления строительных растворов, бетонных смесей, для изготовления бетонных и железобетонных изделий. Подразделяют цементы по составу, прочности при твердении, скорости твердения и т. п. Наиболее распространены следующие виды: портландцемент, шлакопортландцемент и глиноземистый цемент.

**Портландцемент (ПЦ).** Это гидравлическое вяжущее вещество, продукт тонкого измельчения клинкера с добавлением гипса (от 3 до 5%), регулирующего сроки схватывания цемента. По составу различают портландцемент без добавок, с минеральными добавками, шлакопортландцемент и другие.

Начало схватывания портландцемента при температуре воды в растворе 20 °С должно наступать не ранее 45 минут с момента приготовления раствора и заканчиваться не позднее, чем через 10 часов. Если при изготовлении раствора используется вода с температурой более 40 °С, схватывание может наступить слишком быстро.

Прочность портландцемента характеризуется марками 400, 500, 550 и 600. Для того, чтобы приблизить российские стандарты к европейским, цемент разделен на классы — 22,5; 32,5; 42,5; 55,5 МПа.

**Быстротвердеющий портландцемент (ПЦ-Б).** Портландцемент с минеральными добавками, отличающийся повышенной прочностью. Он достигает более половины запланированной прочности через 3 суток твердения.

Быстротвердеющий цемент выпускается марками 400 и 500.

**Особобыстротвердеющий высокопрочный портландцемент (ОБПЦ).** Применяется в производстве сборных железобетонных конструкций и при зимних бетонных работах.

Выпускается маркой 600.

**Шлакопортландцемент (ШПЦ)** имеет в своем составе доменный шлак и природный гипс, который добавляют для регулирования сроков схватывания раствора.

Выпускается марок 300, 400 и 500.

**Быстротвердеющий шлакопортландцемент (ШПЦ-Б).** Отличается повышенной прочностью уже через 3 суток твердения.

Выпускается маркой 400.

**Глиноземистый цемент.** Включает в свой состав сплав, полученный из сырья известняка и пород, богатых глиноземом. Выпускается марками 400, 500 и 600.

**Гипсоглиноземистый цемент** получают путем смешивания высокоглиноземистых шлаков и природного гипса. Начало схватывания гипсоглиноземистого цемента должно наступать не раньше чем через 10 минут, конец — не позднее чем через 4 часа после приготовления раствора.

Белый портландцемент выпускается двух видов — белый портландцемент и белый портландцемент с минеральными добавками. По степени белизны белые цементы разделяются на три сорта (по убыванию). Начало схватывания белого портландцемента должно наступать не раньше чем через 45 минут, конец — не позднее чем через 12 часов после приготовления раствора.

**Цветной портландцемент** бывает красного, желтого, зеленого, голубого, коричневого и черного цветов. Применяется для изготовления цветных бетонов и растворов, отделочных смесей и цементных красок.

Выпускается марками 300, 400 и 500.

### *Известь*

Строительная известь подразделяется на воздушную, которая обеспечивает затвердевание строитель-

Разновидность	Применение	
	рекомендуется	не рекомендуется
Портландцемент	Монолитные и сборные бетонные и железобетонные	Блоки и конструкции со специальными свойствами
	Шлакопортландцемент	Монолитные бетонные и железобетонные подземные и конструкции
Пуццолановый портландцемент	Подземные и монолитные и бетонные и железобетонные	Морозостойкие при твердении сухих условиях конструкции попеременное и
	Глиноземистый цемент	Быстротвердеющие аварийные работы стойкие бетоны
Высокоглиноземистый	Жаростойкие бетоны	—
Гипсоглиноземистый	Безусадочные и ющиеся мые бетоны	Строительные при температуре 0°C
		при температуре +80°C
Белые и	Растворы и бетоны архитектурно-ных работ	----- — --- >-----

ных растворов и сохранение ими прочности в условиях нормальной влажности, и гидравлическую, обеспечивающую затвердение и сохранение прочности растворов, применяемых как на воздухе, так и в воде.

Известь гасят путем обработки водой негашеной комовой извести. В зависимости от количества воды, необходимой для гашения, получают гидратную известь (пушонку), известковое тесто и известковое молоко.

Порошковая гидратная известь получается в том случае, если объем воды составляет 60-70%. В результате гашения объем извести увеличивается в 2—3 раза. Гашеная известь представляет собой белый порошок, состоящий из мельчайших частиц гидрата оксида кальция с плотностью от 400 кг/м<sup>3</sup> (в рыхлом состоянии) до 500-700 кг/м<sup>3</sup> (в уплотненном состоянии).

Для получения известкового теста при гашении воды берут в 3-4 раза больше, чем извести. Объем получившегося теста в 2-3 раза превышает объем извести, взятой для его приготовления. Известковое тесто представляет собой пластическую массу белого цвета плотностью до 1400 кг/м<sup>3</sup>.

Известь, которая погасилась хорошо, увеличившись в объеме не менее чем в 3 раза, называется жирной. Известь, увеличившаяся в объеме менее чем в 2,5 раза — тощей.

**Воздушная известь** подразделяется на негашеную и гашеную (гидратную). Известь без добавок подразделяется на три сорта (1-й, 2-й, 3-й), известь с добавками — на два (1-й, 2-й). Гидратная порошковая известь (пушонка), с добавками и без добавок, бывает двух сортов (1-й, 2-й).

Область применения воздушной извести — приготовление известково-песчаных и смешанных строительных растворов, которые используют в каменной кладке и при оштукатуривании поверхностей, а также для побелки и в производстве силикатных изделий.

**Гидравлическая известь** подразделяется на слабогидравлическую и сильногидравлическую. Применяется для приготовления кладочных и штукатурных растворов, а также бетонов низких марок, предназначенных для твердения как на воздухе, так и в условиях повышенной влажности.

#### **Известесодержащие гидравлические вещества.**

Подразделяются на известково-шлаковые с добавлением гранулированных шлаков, известково-пуццолановые с добавлением осадочных или вулканических активных пород, известково-золевые с добавлением зол некоторых видов топлива. Известесодержащие вещества участвуют в приготовлении низких марок бетонов и растворов, которые применяются в подземных сооружениях.

Известесодержащие гидравлические вещества выпускаются марок 50, 100, 150, 200.

#### ***Гипсовые вяжущие и глины***

**Гипсовые вяжущие.** Получают путем обжига и помола из осадочной горной породы, в состав которой входит двуводный гипс. Гипсовые вяжущие обладают способностью быстро схватываться и затвердевать.

В зависимости от температуры тепловой обработки сырья, выделяют две группы гипсовых вяжущих — низкообжиговые (формовочный строительный и высокопрочный гипс) и высокообжиговые (ангидритовый цемент, экстрих гипс)

По прочности на сжатие различают 12 марок гипсовых вяжущих — от низкопрочного Г-2 до высокопрочного Г-25. По срокам схватывания быстротвердеющие (А),

нормальнотвердеющие (Б) и низкотвердеющие (В). Ниже приведены сроки схватывания вяжущих по группам.

Гипсовое вяжущее	А	Б	В
Время схватывания	2 мин	6 мин	20 мин
начало	15	30	не
окончание			нормируется

По степени помола гипсовые вяжущие также различаются на три группы: I, II, III.

Марки от Г-2 до Г-7 (группы А, Б, В и I, II, III) применяют для изготовления разнообразных гипсовых строительных изделий. Марки Г-2 до Г-7 (группы А, Б и II, III) применяют для изготовления тонкостенных строительных изделий и декоративных деталей. Марки от Г-2 до Г-25 (Б, В и II, III) применяют в штукатурных работах, для заделки швов и в специальных целях.

Для повышения прочности и ускорения сроков схватывания гипсовые вяжущие добавляют в известково-песчаные растворы. Они также придают большую гладкость и белизну штукатурному слою, их применяют в качестве основного вещества в мастиках.

**Глина** подразделяется на жирную, полужирную (средней жирности) и тощую (суглинки). Это деление обусловлено степенью содержания в глине песка.

Глину используют в качестве вяжущего материала при изготовлении печных и штукатурных растворов, добавляют в цементные растворы, предназначенные для кладки конструкций в условиях нормальной влажности воздуха.

## Лекция № 6. Характеристика строительных растворов

Строительные растворы характеризуются тремя основными параметрами: плотностью, видом вяжущего и своим назначением.

В зависимости от **плотности** (в сухом состоянии) различают **тяжелые** (плотностью 1500 кг/ м<sup>3</sup> и более) и **легкие** (плотностью менее 1500 кг/ м<sup>3</sup>) растворы. Для изготовления тяжелых растворов применяются тяжелые кварцевые или другие пески; заполнителями в легких растворах служат легкие пористые пески из пемзы, туфов, шлаков, керамзита и т. п. Легкие растворы получают также с помощью пенообразующих добавок — поризованные растворы.

По **виду вяжущего вещества** строительные растворы делят на цементные (на портландцементе или его разновидностях), известковые (на воздушной или гидравлической извести), гипсовые (на основе гипсовых вяжущих) и смешанные (на цементно-известковом, цементно-глиняном, известково-гипсовом вяжущем). Растворы, приготовленные на одном вяжущем, называют простыми, а на нескольких вяжущих — смешанными (сложными).

По **назначению** строительные растворы бывают кладочные (для каменной кладки, монтажа стен из крупноразмерных элементов), **отделочные** (для оштукатуривания помещений, нанесения декоративных слоев на стеновые блоки и панели), **специальные**, обладающие особыми свойствами (гидроизоляционные, акустические, рентгенозащитные).

Выбор вяжущего зависит от назначения раствора, предъявляемых к нему требований, температурно-влажностного режима твердения и условий эксплуатации здания. В качестве вяжущих применяют портландцементы, пуццолановые портландцементы,

шлакопортландцементы, специальные низкомарочные цементы, известь, гипсовое вяжущее. Для экономии гидравлических вяжущих и улучшения технологических свойств строительных растворов широко применяют смешанные вяжущие. Известь в строительных растворах применяют в виде известкового теста или молока. Гипс используют главным образом в штукатурных растворах в качестве добавки к извести.

Вода, применяемая для растворов, не должна содержать примесей, оказывающих вредное влияние на твердение вяжущего вещества. Для этих целей пригодна водопроводная вода.

Если раствор применяется в зимних условиях, в его состав добавляют ускорители твердения, а также добавки, снижающие температуру замерзания воды (хлористый кальций, хлористый натрий, поташ, нитрат натрия и т. п.)

Состав строительного раствора обозначают количеством (по массе или объему) материалов на 1 м<sup>3</sup> раствора или относительным соотношением (по массе или объему) исходных сухих материалов. При этом расход вяжущего принимают за 1. Для простых растворов, состоящих из вяжущего (цемента или извести) и не содержащих минеральных добавок, состав обозначают 1:4, т.е. на 1 мае. ч. цемента приходится 4 мае. ч. песка. Смешанные растворы, состоящие из двух вяжущих или содержащие минеральные добавки, обозначают тремя цифрами, например 1:3:4 (цемент : известь : песок).

Качество растворных смесей характеризуется их удобоукладываемостью. Подвижность — способность растворной смеси растекаться под действием собственной массы. Подвижность определяют (в см) глубиной погружения в растворную смесь эталонного конуса массой 300 г с углом вершины 30° и высотой 15 см. Чем глубже конус погружается в растворную смесь, тем большей подвижностью она обладает.

Степень подвижности смеси зависит от количества воды, от состава и свойств исходных материалов. Для повышения подвижности растворных смесей в них добавляют пластифицирующие добавки, а также поверхностно-активные вещества.

Подвижность строительных растворов в зависимости от их назначения и способа укладки должна быть следующей.

Кладка стен из кирпича, бетонных камней, камней из легких горных пород: 9-13.

Кладка стен из пустотелого кирпича, керамических камней: 7—8.

Заполнение горизонтальных швов при монтаже стен из бетонных блоков и панелей; расшивка вертикальных и горизонтальных швов: 5-7.

Бутовая кладка: 4-6.

Заполнение пустот в бутовой кладке: 13-15.

Водоудерживающей способностью называют свойство раствора удерживать воду при укладке его на пористое основание. Если раствор обладает хорошей водоудерживающей способностью, частичное отсасывание воды уплотняет его в кладке, что повышает прочность раствора. Водоудерживающая способность зависит от соотношения составных частей растворной смеси. Она повышается при увеличении расхода цемента, замене части цемента известью, введении высокодисперсных добавок (золы, глины и др.), а также некоторых поверхностно-активных веществ.

— способностью укладываться без специального уплотнения на основание тонким слоем с заполнением всех его неровностей. Удобоукладываемость обуславливается подвижностью и водоудерживающей способностью растворных смесей.

Подвижность — способность растворной смеси растекаться под действием собственной массы. Подвижность определяют (в см) глубиной погружения в растворную смесь эталонного конуса массой 300 г с углом вершины 30° и высотой 15 см. Чем глубже конус погружается в растворную смесь, тем большей подвижностью она обладает.

Степень подвижности смеси зависит от количества воды, от состава и свойств исходных материалов. Для повышения подвижности растворных смесей в них добавляют пластифицирующие добавки, а также поверхностно-активные вещества.

Подвижность строительных растворов в зависимости от их назначения и способа укладки должна быть следующей.

Кладка стен из кирпича, бетонных камней, камней из легких горных пород: 9—13.

Кладка стен из пустотелого кирпича, керамических камней: 7-8.

Заполнение горизонтальных швов при монтаже стен из бетонных блоков и панелей; расшивка вертикальных и горизонтальных швов: 5-7.

Бутовая кладка: 4-6.

Заполнение пустот в бутовой кладке: 13—15.

Водоудерживающей способностью называют свойство раствора удерживать воду при укладке его на пористое основание. Если раствор обладает хорошей водоудерживающей способностью, частичное отсасывание воды уплотняет его в кладке, что повышает прочность раствора. Водоудерживающая способность зависит от соотношения составных частей растворной смеси. Она повышается при увеличении расхода цемента, замене части цемента известью, введении высокодисперсных добавок (золы, глины и др.), а также некоторых поверхностно-активных веществ.

**Прочность** затвердевшего раствора зависит от активности вяжущего, водоцементного отношения, длительности и условий твердения (температуры и влажности окружающей среды). При укладке растворных смесей на пористое основание, способное интенсивно отсасывать воду, прочность затвердевания растворов значительно выше, чем тех же растворов, уложенных на плотное основание.

Прочность строительного раствора зависит от его марки, которую устанавливают по пределу прочности при сжатии после 28 суток твердения при температуре воздуха 5-25 °С. Существуют следующие марки растворов: 4, 10, 15, 50, 75, 100, 150, 200 и 300.

**Морозостойкость** растворов определяют числом циклов попеременного замораживания и оттаивания до потери 15% первоначальной прочности (или 5% массы). По морозостойкости растворы подразделяют на марки Мрз от 10 до 300.

**Выбор марки и состав раствора** зависят от вида здания, условий его эксплуатации, а также от планируемой степени долговечности (табл. 4). Строения, располагающиеся над землей при относительной влажности воздуха внутри до 60%, а также подземные конструкции в грунтах с небольшим уровнем влажности, кладут на цементно-известковых и цементно-глиняных растворах. При этом растворы должны иметь отношение объема известкового (глиняного) теста к объему цемента не превышающее 1,5:1. Если влажность внутри здания составляет более 60%, или грунт имеет повышенную влажность, это соотношение не должно превышать 1:1. Известь и глину не применяют в растворах при кладке, расположенной ниже уровня грунтовых вод.

*Таблица 4. Марки растворов для каменной кладки*

Вид раствора	Степень долговечности		
	I	II	III
<b>Конструкции, расположенные ниже уровня гидроизоляционного слоя</b> Цементно-известковый при заполнении водой объема пор грунта (в %): до 50 50-80 Цементно-глиняный при заполнении водой объема пор грунта (в %) Цементный с пластифицирующими добавками при заполнении водой более 80% объема пор грунта	25	10	10
	50	25	10
	25	10	10
	50	25	10
	50	25	10
	50	25	10
<b>Конструкции, расположенные выше уровня гидроизоляционного слоя</b> Цементно-известковый при относительной влажности помещений (%): до 60 60-75 75 и более Цементно-глиняный при относительной влажности помещений (%): до 60 60-75 75 и более	10	10	4
	25	25	10
	50	25	10
	10	10	5
	25	25	25
	50	50	25

Цементно-известковые и цементно-глиняные растворы в летних условиях применяют при строительстве зданий, высота которых не превышает трех этажей. Марка глиняного раствора, применяемого в сухом климате — 10, в умеренно-влажном — 2, а для раствора с добавками — 4.

Расход вяжущих зависит от состава раствора (табл. 5), а также марки вяжущего и раствора (табл. 6).

Таблица 5. Составы растворов для каменной кладки (в частях по объему)

Марка цемента	Марка раствора					
	75	50	25	10	4	
100	—	—	—	—	—	—
<b>Цементно-растворы</b>						
25	—	—	—	—	—	1:0,2:3
50	—	—	—	—	1:0,1:2,	1:0,7:6
100	—	—	—	1:0,1:	1:0,5:5	1:0,9:7
150	—	—	—	1:0,3:	1:1:9	<b>1:1:9</b>
200	—	—	1:0,1:	1:0,5:	1:1:9	—
250	—	—	1:0,2:3	1:0,7:	—	—
300	—	1:0,2:3	1:0,4:4	1:1:9	—	—
400	1:0,2:	1:0,3:4	1:0,7:8	1:1:11	—	—
500	1:0,3:	1:0,5:	1:1:8	—	—	—
600	1:0,4:	1:0,7:	—	—	—	—
<b>Цементно-известковые растворы для кладки в условиях повышенной влажности (60-75%)</b>						
100	—	—	—	1:0,1:	1:0,5:5	1:0,7:7

150	—	—	—	1:0,3:	1:0,7:9	—
200	—	—	1:0,1:	1:0,5:	1:0,7:9	—
250	—	—	1:0,2:	1:0,7:	—	—
300	—	1:0,2:	1:0,4:	1:0,7:	—	—
400	1:0,2:	1:0,3:	1:0,7:	—	1:0,7:1	—
500	1:0,3:	1:0,5:	1:0,7:	—	—	—
600	1:0,4:	1:0,7:	—	—	—	—

Для кладки стен из сухих и пористых каменных материалов употребляют растворы с большей подвижностью, для кладки из влажных и плотных материалов — с меньшей.

Таблица 6. Расход вяжущих в зависимости от марки раствора

Марка цемент а	Расход цемента (кг) для раствора марки							
		150	100	75	50	25	10	4
500	410	330	245	195	—	—	—	—
400	490	400	300	240	175	—	—	—
300	—	510	385	310	225	135	—	—
200	—	—	—	445	325	190	—	—

## Лекция №7. Металлы.

### 5.1. Нахождение в природе

Большая часть металлов присутствует в природе в виде руд и соединений. Они образуют оксиды, сульфиды, карбонаты и другие химические соединения. Для получения чистых металлов и дальнейшего их применения необходимо выделить их из руд и провести очистку. При необходимости проводят легирование и другую обработку металлов. Изучением этого занимается наука металлургия. Metallurgy различает руды чёрных металлов (на основе железа) и цветных (в их состав не входит железо, всего около 70 элементов). Золото, серебро и платина относятся также к драгоценным металлам. Кроме того, в малых количествах они присутствуют в морской воде, растениях, живых организмах (играя при этом важную роль).

Известно, что организм человека на 3 % состоит из металлов<sup>[источник не указан 297 дней]</sup>. Больше всего в наших клетках кальция и натрия, сконцентрированного в лимфатических системах. Магний накапливается в мышцах и нервной системе, медь — в печени, железо — в крови.

### 5.2. Свойства металлов

#### 5.2.1. Характерные свойства металлов

- Металлический блеск (характерен не только для металлов: его имеют и неметаллы иод и углерод в виде графита)
- Хорошая электропроводность
- Возможность лёгкой механической обработки (см.: пластичность; однако, некоторые металлы, например германий и висмут, непластичны)
- Высокая плотность (обычно металлы тяжелее неметаллов)
- Высокая температура плавления (исключения: ртуть, галлий и щелочные металлы)
- Большая теплопроводность
- В реакциях чаще всего являются восстановителями

### 5.2.2. Физические свойства металлов

Все металлы (кроме ртути и, условно, франция) при нормальных условиях находятся в твёрдом состоянии, однако они обладают различной твёрдостью. Так, некоторые щелочные металлы легко режутся кухонным ножом, а такие металлы, как ванадий, вольфрам и хром легко царапают самую твёрдую сталь и стекло. Ниже приводится твёрдость некоторых металлов по шкале Мооса.

Твёрдость некоторых металлов по шкале Мооса:

Твёрдость	Металл	Обрабатываемость
0.3	<u>Рубидий</u>	очень легко царапается ногтём (прикосновение опасно)
0.4	<u>Калий</u>	очень легко царапается ногтём (прикосновение опасно)
0.5	<u>Натрий</u>	очень легко царапается ногтём (прикосновение опасно)
0.6	<u>Литий</u>	очень легко царапается ногтём (прикосновение опасно)
1.2	<u>Индий</u>	очень легко царапается ногтем, даже мнется (пары индия токсичны)
1.2	<u>Таллий</u>	легко царапается ногтём
1.25	<u>Барий</u>	легко царапается ногтём
1.5	<u>Стронций</u>	царапается ногтём
1.5	<u>Галлий</u>	царапается ногтём
1.5	<u>Олово</u>	царапается ногтём
1.5	<u>Свинец</u>	царапается ногтём
1.5	<u>Ртуть</u>	царапается ногтём (в твёрдом состоянии)
1.75	<u>Кальций</u>	царапается ногтём
2.0	<u>Кадмий</u>	царапается алюминиевой ложкой
2.25	<u>Висмут</u>	царапается алюминиевой ложкой
2.5	<u>Магний</u>	царапается медной проволокой
2.5	<u>Цинк</u>	царапается медной проволокой
2.5	<u>Серебро</u>	царапается медной монетой
2.5	<u>Золото</u>	царапается медной монетой
3.0	<u>Медь</u>	царапается кухонным ножом
3.0	<u>Сурьма</u>	царапается кухонным ножом
3.5	<u>Платина</u>	царапается кухонным ножом
4.0	<u>Железо</u>	царапается кухонным ножом (из нержавеющей стали)
4.0	<u>Никель</u>	царапается кухонным ножом (из нержавеющей стали)

4.75	<u>Палладий</u>	царапается кухонным ножом (из нержавеющей стали)
5.0	<u>Кобальт</u>	царапается стеклом и стальным гвоздём
5.0	<u>Цирконий</u>	царапается стеклом и стальным гвоздём
5.0	<u>Бериллий</u>	царапается <u>напильником</u> и <u>полевым шпатом</u>
5.5	<u>Молибден</u>	царапается <u>напильником</u> и <u>полевым шпатом</u>
5.5	<u>Гафний</u>	царапается <u>напильником</u> и <u>полевым шпатом</u>
6.0	<u>Титан</u>	царапает стекло; царапается стеклом и <u>напильником</u>
6.0	<u>Марганец</u>	царапает стекло; царапается стеклом и <u>напильником</u>
6.0	<u>Германий</u>	царапает стекло; царапается стеклом и <u>напильником</u>
6.0	<u>Ниобий</u>	царапает стекло; царапается стеклом и <u>напильником</u>
6.0	<u>Родий</u>	царапает стекло; царапается стеклом и <u>напильником</u>
6.5	<u>Рутений</u>	царапает стекло; царапается <u>кварцем</u>
6.5	<u>Тантал</u>	царапает стекло; царапается <u>кварцем</u>
6.5	<u>Иридий</u>	царапает стекло; царапается <u>кварцем</u>
7.0	<u>Ванадий</u>	царапает все виды сталей; царапается <u>топазом</u>
7.0	<u>Рений</u>	царапает все виды сталей; царапается <u>топазом</u>
7.0	<u>Осмий</u>	царапает все виды сталей; царапается <u>топазом</u>
7.5	<u>Вольфрам</u>	царапает все виды сталей; царапается <u>топазом</u>
8.5	<u>Хром</u>	легко царапает стекло и все металлы; царапается <u>рубином</u>

Температуры плавления металлов лежат в диапазоне от  $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$  (ртуть) до  $3410\text{ }^{\circ}\text{C}$  (вольфрам). Температура плавления большинства металлов (за исключением щелочных) высока, однако некоторые «нормальные» металлы, например олово и свинец, можно расплавить на обычной электрической или газовой плите.

В зависимости от плотности, металлы делят на лёгкие (плотность  $0,53 \div 5\text{ г/см}^3$ ) и тяжёлые ( $5 \div 22,5\text{ г/см}^3$ ). Самым лёгким металлом является литий (плотность  $0,53\text{ г/см}^3$ ). Самый тяжёлый металл в настоящее время назвать невозможно, так как плотности осмия и иридия — двух самых тяжёлых металлов — почти равны (около  $22,6\text{ г/см}^3$  — ровно в два раза выше плотности свинца), а вычислить их точную плотность крайне сложно: для этого нужно полностью очистить металлы, ведь любые примеси снижают их плотность.

Большинство металлов пластичны, то есть металлическую проволоку можно согнуть, и она не сломается. Это происходит из-за смещения слоёв атомов металлов без разрыва связи между ними. Самыми пластичными являются золото, серебро и медь. Из золота можно изготовить фольгу толщиной  $0,003\text{ мм}$ , которую используют для золочения изделий. Однако не все металлы пластичны. Проволока из цинка или олова хрустит при сгибании; марганец и висмут при деформации вообще почти не сгибаются, а сразу ломаются. Пластичность зависит и от чистоты металла; так, очень чистый хром весьма пластичен, но, загрязнённый даже незначительными примесями, становится хрупким и более твёрдым.

Все металлы хорошо проводят электрический ток; это обусловлено наличием в их кристаллических решётках подвижных электронов, перемещающихся под действием электрического поля. Серебро, медь и алюминий имеют наибольшую электропроводность; по этой причине последние два металла чаще всего используют в качестве материала для проводов. Очень высокую электропроводность имеет также натрий, в экспериментальной

аппаратуре известны попытки применения натриевых токопроводов в форме тонкостенных труб из нержавеющей стали, заполненных натрием. Благодаря малому удельному весу натрия, при равном сопротивлении натриевые «провода» получаются значительно легче медных и даже несколько легче алюминиевых.

Высокая теплопроводность металлов также зависит от подвижности свободных электронов. Поэтому ряд теплопроводностей похож на ряд электропроводностей и лучшим проводником тепла, как и электричества, является серебро. Натрий также находит применение как хороший проводник тепла; широко известно, например, применение натрия в клапанах автомобильных двигателей для улучшения их охлаждения.

Гладкая поверхность металлов отражает большой процент света — это явление называется металлическим блеском. Однако в порошкообразном состоянии большинство металлов теряют свой блеск; алюминий и магний, тем не менее, сохраняют свой блеск и в порошке. Наиболее хорошо отражают свет алюминий, серебро и палладий — из этих металлов изготавливают зеркала. Для изготовления зеркал иногда применяется и родий, несмотря на его исключительно высокую цену: благодаря значительно большей, чем у серебра или даже палладия, твёрдости и химической стойкости, родиевый слой может быть значительно тоньше, чем серебряный.

Цвет у большинства металлов примерно одинаковый — светло-серый с голубоватым оттенком. Золото, медь и цезий соответственно жёлтого, красного и светло-жёлтого цвета.

### 5.3. Некоторые металлы

1. Щелочные:
  - Литий
  - Натрий
  - Калий
  - Рубидий
  - Цезий
  - Франций
2. Щёлочноземельные:
  - Кальций
  - Стронций
  - Барий
  - Радий
3. Переходные:
  - Титан
  - Железо
  - Платина
  - Медь
  - Цинк
  - Золото
  - Серебро
  - Палладий
  - Ртуть
  - Никель
  - Кобальт
  - Вольфрам
4. Лёгкие:
  - Алюминий

- Галлий
  - Свинец
  - Олово
5. Другие:
- Бериллий
  - Магний

## 5.4. Применение металлов

### 5.4.1. Конструкционные материалы

Металлы и их сплавы — одни из главных конструкционных материалов современной цивилизации. Это определяется прежде всего их высокой прочностью, однородностью и непроницаемостью для жидкостей и газов. Кроме того, меняя рецептуру сплавов, можно менять их свойства в очень широких пределах.

### 5.4.2. Электротехнические материалы

Металлы используются как в качестве хороших проводников электричества (медь, алюминий), так и в качестве материалов с повышенным сопротивлением для резисторов и электронагревательных элементов (нихром и т. п.).

### 5.4.3. Инструментальные материалы

Металлы и их сплавы широко применяются для изготовления инструментов (их рабочей части). В основном это инструментальные стали и твёрдые сплавы. В качестве инструментальных материалов применяются также алмаз, нитрид бора, керамика.

## ЛЕКЦИЯ № 8. Теплоизоляционные материалы.

**Теплоизоляция** (Тепловая изоляция) — это элементы конструкции, уменьшающие процесс теплопередачи и выполняющие роль основного термического сопротивления в конструкции. Также термин может означать материалы для выполнения таких элементов или комплекс мероприятий по их устройству.

### Классификация тепловой изоляции

---

#### Классификация по принципу нормирования:

1. **Строительная тепловая изоляция** - тепловая изоляция ограждающих конструкций (стен, полов, крыш и т.д.);
2. **Техническая тепловая изоляция** - тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Основной документ, регламентирующий применение технической тепловой изоляции на территории РФ - Свод правил - СП 61.13330.2012 "Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов";
3. **Специальная тепловая изоляция** - вакуумная тепловая изоляция, отражающая тепловая изоляция и т.д.

#### Классификация по ГОСТ 16381-77 "Материалы и изделия строительные теплоизоляционные"

Материалы и изделия подразделяются по следующим основным признакам:

1. **По виду основного исходного сырья** - неорганические, органические;
2. **По структуре** - волокнистые, ячеистые, зернистые (сыпучие);
3. **По форме** - рыхлые (вата, перлит и др.), плоские (плиты, маты, войлок и др.), фасонные (цилиндры, полуцилиндры, сегменты и др.), шнуровые.
4. **По возгораемости (горючести)** - негоряемые, трудногоряемые, сгораемые.

### **Основные типы теплоизоляции**

На практике по виду исходного сырья теплоизоляционные материалы принято делить на три вида:

1. **Органические** — получаемые с использованием органических веществ. Это, прежде всего, разнообразные полимеры (например, пенополистирол, вспененный полиэтилен (НПЭ, ППЭ) и изделия на его основе (в том числе отражающая теплоизоляция). Такие теплоизоляционные материалы изготавливают с объёмной массой от 10 до 100 кг/м<sup>3</sup>. Главный их недостаток — низкая огнестойкость, поэтому их применяют обычно при температурах не выше 90°C, а также при дополнительной конструктивной защите негорючими материалами (штукатурные фасады, трехслойные панели, стены с облицовкой, облицовки с ГКЛ и т.п.). Также в качестве органических изолирующих материалов используют переработанную неделовую древесину и отходы деревообработки (древесноволокнистые плиты, ДВП, и древесностружечные плиты, ДСП), целлюлозу в виде макулатурной бумаги (утеплитель эковата), сельскохозяйственные отходы (соломит, камышит и др.), торф (торфоплиты) и т. д. Эти теплоизоляционные материалы, как правило, отличаются низкой водо-, биостойкостью, а также подвержены разложению и используются в строительстве реже.
2. **Неорганические** — минеральная вата и изделия из неё (например, минераловатные плиты), монолитный пенобетон и ячеистый бетон (газобетон и газосиликат), пеностекло, стеклянное волокно, изделия из вспученного перлита, вермикулита, сотопласты и др. Изделия из минеральной ваты получают переработкой расплавов горных пород или металлургических шлаков в стекловидное волокно. Объёмная масса изделий из минеральной ваты 35—350 кг/м<sup>3</sup>. Характерная особенность — низкие прочностные характеристики и повышенное водопоглощение, поэтому применение данных материалов ограничено и требует специальных методик установки. При производстве современных теплоизоляционных минераловатных изделий (ТИМ) производится гидрофобизация волокна, что позволяет снизить водопоглощение в процессе транспортировки и монтажа ТИМ.
3. **Смешанные** — используемые в качестве монтажных, изготавливают на основе асбеста (асбестовый картон, асбестовая бумага, асбестовый войлок), смесей асбеста и минеральных вяжущих веществ (асбестоدياتомовые, асбестотрепельные, асбестоизвестковокремнезёмистые, асбестоцементные изделия) и на основе вспученных горных пород (вермикулита, перлита).

### **Основные виды применяемой теплоизоляции:**

- монолитный пенобетон (плотностью до 300 кг/м<sup>3</sup>)
- минераловатные изделия в виде матов, плит, скорлуп, цилиндров и т. п. (каменная и стеклянная вата)
- пенополистирол (вспененный)
- пенополиуретан

- [эковата](#)
- вспененный [каучук](#)
- вспененный [полиэтилен](#)(НПЭ, ППЭ)
- вакуумная теплоизоляция

## Лекция №9. ЯЧЕИСТЫЙ БЕТОН

**Ячеистые бетоны** на 60...85% по объему состоят из замкнутых пор (ячеек) размером 0,2...2 мм. Ячеистые бетоны получают при затвердевании насыщенной газовыми пузырьками смеси вяжущего, кремнеземистого компонента и воды. Благодаря высокопористой структуре средняя плотность ячеистого бетона невелика — 300...1200 кг/м<sup>3</sup>; он имеет низкую теплопроводность при достаточной прочности. Бетоны с желаемыми характеристиками (плотностью, прочностью и теплопроводностью) сравнительно легко можно получать, регулируя их пористость в процессе изготовления.

**Состав и технология ячеистых бетонов.** Вяжущим в ячеистых бетонах может служить портландцемент (или известь) с кремнеземистым компонентом. При применении известково-кремнеземистых вяжущих получаемые бетоны называют газо- и пеносиликатy.

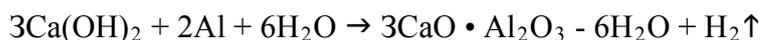
*Кремнеземистый компонент* — молотый кварцевый песок, гранулированные доменные шлаки, зола ТЭС и др. Кремнеземистый компонент снижает расход вяжущего и уменьшает усадку бетона. Применение побочных продуктов промышленности (шлаков и зол) для этих целей экономически выгодно и экологически целесообразно.

Соотношение между кремнеземистым компонентом и вяжущим устанавливается опытным путем.

Для получения ячеистых бетонов используют как естественное твердение вяжущего, так и активизацию твердения с помощью пропаривания ( $t = 85...90^{\circ}\text{C}$ ) и автоклавной обработки ( $t = 175^{\circ}\text{C}$ ). Лучшее качество, имеют бетоны, прошедшие автоклавную обработку. В случае применения извести в составе вяжущего автоклавная обработка обязательна.

По способу образования пористой структуры (методу вспучивания вяжущего) различают: газобетоны и газосиликаты; пенобетоны и пеносиликаты.

*Газобетон и газосиликат* получают, вспучивая тесто вяжущего газом, выделяющимся при химической реакции между веществом-газообразователем и вяжущим. Чаще всего газообразователем служит алюминиевая пудра, которая, реагируя с гидратом оксида кальция, выделяет водород



Согласно уравнению химической реакции, 1 кг алюминиевой выделит до 1,25 м<sup>3</sup> водорода, т. е. для получения 1 м<sup>3</sup> газобетона требуется 0,5...0,7 кг пудры.

*Пенобетоны и пеносиликаты* получают, смешивая тесто вяжущего с заранее приготовленной устойчивой технической пеной. Для образования пены используют пенообразователи, получаемые как модификацией побочных продуктов других

производств (гидролизованная кровь, клееканифольный пенообразователь), так и синтезируемые специально (сульфанол и т. п.).

**Свойства ячеистых бетонов** определяются их пористостью, видом вяжущего и условиями твердения.

Как уже говорилось, пористость ячеистых бетонов — 60...85%. Характер пор — замкнутый, но стенки пор состоят из затвердевшего цементного камня, который, как известно, пронизан порами, в том числе и капиллярными. Для движения воздуха поры в ячеистом бетоне замкнуты, а для проникновения воды — открыты. Поэтому водопоглощение ячеистого бетона довольно высокое и морозостойкость соответственно пониженная по сравнению с бетонами литной структуры.

Гидрофильность цементного камня и большая пористость обуславливают высокую сорбционную влажность. Это сказывается на теплоизоляционных показателях ячеистого бетона. Поэтому при использовании ячеистого бетона в ограждающих конструкциях его наружную поверхность необходимо защищать от контакта с водой или гидрофобизировать.

**Прочность** ячеистых бетонов зависит от их средней плотности и находится в пределах 1,5...15 МПа. Модуль упругости ячеистых бетонов ниже, чем у обычных бетонов, т. е. они более деформативны. Кроме того, у ячеистого бетона повышенная ползучесть.

Ячеистые бетоны и изделия из них обладают хорошими звукоизоляционными свойствами, они огнестойки и легко поддаются механической обработке (пилятся и сверлятся).

Наиболее рациональная область применения ячеистых бетонов — ограждающие конструкции (стены) жилых и промышленных зданий: несущие — для малоэтажных зданий и ненесущие — для многоэтажных, имеющих несущий каркас.

### 3. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Номенклатура теплоизоляционных материалов очень широка. Но около 90% от общего объема применения в строительстве составляют два вида изделий: из искусственных минеральных волокон (около 70%) и ячеистых пластмасс — пенопластов (около 20%). Это объясняется простотой технологии их производства (это касается пенопластов), огромной сырьевой базой (это касается минеральных волокон) и высокими эксплуатационными свойствами.

**Неорганические материалы** изготавливаются на основе минерального сырья (горных пород, шлаков, стекла, вяжущих веществ, асбеста и т.п.). К этим материалам относятся изделия из минеральной ваты, пеностекло, ячеистые бетоны, асбестосодержащие засыпки и мастичные составы, а также пористые заполнители, используемые как теплоизоляционные засыпки (керамзит, перлит, вермикулит и др.). Неорганические теплоизоляционные материалы теплостойки, негорючи, не подвержены зашиванию. Как уже говорилось, наибольшее применение находят изделия на основе минеральной ваты.

**Минераловатные изделия** получают на основе коротких и очень тонких минеральных волокон (минеральной ваты), скрепляемых в изделия с помощью связующего или другими способами.

*Минеральную вату* вырабатывают из силикатных расплавов, сырьем для которых служат металлургические шлаки, осадочные (мергели, каолины и др.) и изверженные (базальт и др.) горные породы, отходы стекла и другие силикатные материалы. Название минеральная вата получает по виду сырья: например, шлаковая, базальтовая или стекло-вата. Вид сырья определяет, в частности, температуростойкость ваты (у базальтовой ваты — до 1000° С, а у стекловаты 550...650° С), тонкость и упругость волокна и другие свойства.

Силикатный расплав раздувом или разбрызгиванием центрифугой превращают в тончайшие стекловидные волокна диаметром 1...10 мкм и длиной в несколько сантиметров. Волокно собирается в камере волокноосаждения на непрерывно движущейся сетке. Сюда же подается связующее вещество для получения из рыхлого минерального волокна ковра и дальнейшего формования изделий (в исходном виде минеральная вата в настоящее время не применяется).

Минераловатные изделия применяют для тепловой изоляции в широком диапазоне температур: — 200... + 600° С; изделия на основе специальных минеральных волокон (например, базальтовых) выдерживают до 1000° С. Они слабо адсорбируют влагу, не поражаются грызунами.

Производят следующие виды минераловатных изделий: мягкие плиты (минеральный войлок) и прошивные маты, полутвердые и твердые плиты и скорлупы (рис. 1).

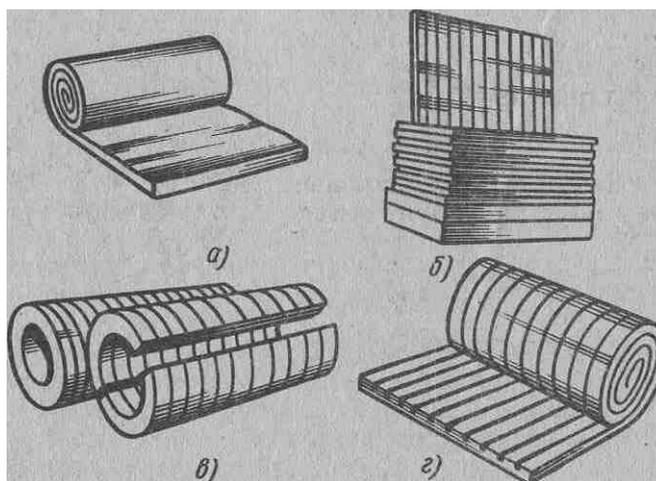


Рис.1. Теплоизоляционные изделия из минеральной ваты:

*а* — минеральный войлок; *б* — полужесткие плиты; *в* — полуцилиндры; *г* — прошивной мат

*Мягкие маты и плиты (минеральный войлок)* получают как с помощью прошивки минерале ватного ковра, сдублированного с фольгой или металлической сеткой, так и с помощью минерального связующего путем его легкой подпрессовки. Такие маты выпускают в виде рулонов. Плотность 30...100 кг/м<sup>3</sup>; теплопроводность 0,033...0,035 Вт/(м·К).

*Полужесткие и жесткие плиты и фасонные изделия* получают с использованием полимерных связующих (размер плит обычно 600×1200 мм при толщине от 50 до 120 мм). Для получения большой жесткости плиты без увеличения ее плотности применяют технологию с частичной вертикальной ориентацией волокон. Плотность плит 50...150 кг/м<sup>3</sup>; теплопроводность 0,04...0,06 Вт/(м·К). Подобные плиты используют для устройства

теплоизоляции стен и кровельных покрытий. Плиты легко режутся и укрепляются на стенах клеящими мастиками. Скорлупы и сегменты используют для изоляции трубопроводов.

**Пеностекло** (ячеистое стекло) — материал, получаемый термической обработкой порошкообразного стекла (обычно для этого используется стеклобой), смешанного с порошком газообразователя (мел, известняк, кокс). В момент перехода стекла в пластично-вязкое состояние газообразователь выделяет газ (в данном случае  $\text{CO}_2$ ), который вспучивает стекломассу.

Пеностекло имеет как бы двойную пористость: стенки крупных пор (диаметром 0,5...2 мм) содержат микропоры (рис. 2.). При этом все поры замкнутые. Такое строение пеностекла объясняет его низкую теплопроводность при достаточно высокой прочности и практически нулевое водопоглощение и паронепроницаемость. Теплопроводность пеностекла при плотности 200...300 кг/м<sup>3</sup> составляет 0,06...0,12 Вт/(м·К), а прочность на сжатие — 3...6 МПа.

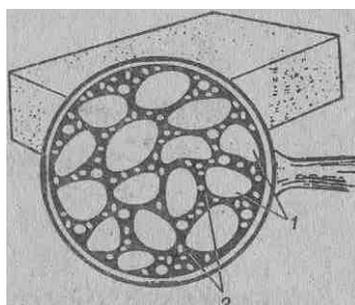


Рис. 2. Структура пеностекла:

1 – поры; 2 – стеклянные прослойки

Ячеистое стекло легко обрабатывается (пилится, сверлится), хорошо сцепляется с цементными материалами. Пеностекло применяют для изоляции металлоконструкций, при бесканальной прокладке трубопроводов и благодаря паронепроницаемости и минимальному водопоглощению (>1%) для теплоизоляции стен, потолков промышленных холодильников.

**Теплоизоляционные бетоны** — бетоны плотностью не более 500 кг/м<sup>3</sup> по структуре могут быть трех видов:

- слитного строения на пористых заполнителях (например, керамзитовом гравии и перлитовом песке) и цементном или полимерном вяжущем;
- крупнопористые (беспесчаные) на однофракционном керамзитовом гравии и цементном или полимерном связующем;
- ячеистые.

*Крупнопористые бетоны* используют в виде плит, заменяющих засыпную теплоизоляцию.

*Ячеистые бетоны* — наиболее перспективный вид теплоизоляционных бетонов, отличающиеся сравнительно простой технологией получения. Их широкому

распространению препятствует высокое водопоглощение и гигроскопичность. Сухой ячеистый бетон при плотности 300...500 кг/м<sup>3</sup> имеет теплопроводность 0,07...0,1 Вт/(м·К); при влажности 8% теплопроводность возрастает до 0,15...0,18 Вт/(м·К). Применяют ячеистые бетоны в виде камней правильной формы, заменяющих 8...16 кирпичей.

**Монтажная теплоизоляция** — специальная группа неорганических теплоизоляционных материалов (засыпки и мастики) и готовых изделий (листы, плиты, скорлупы), используемых для изоляции трубопроводов и агрегатов с высокими температурами поверхности. К таким материалам относятся асбестосодержащие материалы (чисто асбестовые и смешанные), теплоизоляционная керамика и др. использование асбеста в монтажной теплоизоляции основывается на его огнестойкости и низкой теплопроводности, а в мастичных материалах он выполняет также армирующие функции. Последнее объясняется волокнистым строением асбеста.

*Асбестовый картон и бумагу* изготавливают из асбеста 4—5 сортов с использованием органических клеев (крахмала, казеина). Асбестовая бумага толщиной 0,3...1,5 мм и плотностью 450...900 кг/м<sup>3</sup> имеет  $\lambda = 0,15...0,25$  Вт/(м · К). Ее используют для изоляции поверхностей, работающих при температурах до 500° С.

Асбестовый картон более толстый, чем бумага (2...10 мм). Его применяют для предохранения деревянных и других конструкций из легкогорючих материалов для защиты от возгорания. У асбеста для этого есть два необходимых свойства: огнестойкость и низкая теплопроводность.

*Асбестосодержащие смешанные материалы* представляют собой порошки из асбеста с различными добавками (слюды, диатомит, минеральные вяжущие и т. п.). При затворении водой эти смеси превращаются в пластичное тесто, способное при высыхании затвердевать. Из него получают покрытия на изолируемых поверхностях или производят изделия — полуфабрикаты (плиты, скорлупы).

Изоляция подобного типа выдерживает температуры до 900° С; при этом теплопроводность таких материалов составляет 0,1...0,2 Вт/(м·К). Имея открытую пористость и высокое водопоглощение, асбестосодержащие материалы требуют защиты от увлажнения; тем более, что большинство из них не водостойки.

Наиболее известны среди таких материалов вулканит и совелит. *Вулканит* получают из смеси диатомита (60 %), асбеста (20%) и извести (20 %). Плотность вулканитовых изделий не более 400 кг/м<sup>3</sup>; теплопроводность < 0,1 Вт/(м·К). *Совелит* получают из смеси асбеста с основным карбонатом кальция и магния, получаемого из доломита; используют его при температурах до 500° С.

Приготовление и нанесение асбестосодержащих теплоизоляционных материалов, сопряженное с выделением асбестовой пыли, должно вестись с соблюдением требований Санитарных правил и норм.

Для *высокотемпературной теплоизоляции* (1000° С и более) применяют пенокерамические материалы и легковесные огнеупоры.

---

## Применение теплоизоляции

Теплоизоляция применяется для уменьшения теплопередачи всюду, где необходимо поддерживать заданную температуру, например:

- В строительстве теплоизоляция применяется для внутреннего и внешнего изолирования наружных стен зданий, кровель, полов и т. д. Благодаря этому снижается расход энергии на отопление и кондиционирование.
- В производстве одежды и обуви. Благодаря теплоизолирующим свойствам одежды человек может без активного движения долгое время пребывать на открытом воздухе в сильный холод или в холодной воде.
- В корпусах или ограждающих конструкциях холодильного оборудования, печей. Благодаря теплоизоляции возможно значительно снизить затраты энергии на поддержание требуемой температуры внутри.
- Трубопроводы теплотрасс окружают теплоизоляцией для уменьшения охлаждения или нагрева передаваемого теплоносителя. Защищают от коррозии. Теплоизоляция обладает пароизолирующими (не всегда) и шумозащитными свойствами.
- Изоляция емкостей, резервуаров, бойлеров.
- Изоляция трубопроводной арматуры, где применяются съёмные теплоизоляционные конструкции.

### **Теплоизоляция стен**

---

Теплоизоляция не утепленной стены или с недостаточным утеплением выполняется в основном тремя способами:

1. Навесной вентилируемый фасад с применением теплоизоляции (приемлемо класса пожарной безопасности НГ / КМ0)
2. Тонкослойная штукатурка фасадов по теплоизоляционному материалу
3. Трехслойная конструкция стен (трехслойная, слоистая или колодцевая кладка, сэндвич-панели клееные или сборные, трехслойные ж/б стеновые панели).

С точки зрения теплофизики наиболее эффективно применять теплоизоляцию снаружи, так как в этом случае несущая конструкция стены находится всегда в зоне положительных температур и оптимальной влажности. Возможно применение теплоизоляции изнутри здания, но при этом варианте необходимо проводить расчет по влажностному режиму на необходимость слоя пароизоляции и только в исключительных случаях, когда невозможно изменить фасад здания по тем или иным соображениям (здание имеет высокую архитектурную и художественную ценность и т. д.)

### **Материалы для изготовления теплоизоляции**

---

Для изготовления теплоизоляции, препятствующей теплопроводности, используют материалы, имеющие очень низкий коэффициент теплопроводности, — *теплоизоляторы*. В случаях, когда теплоизоляция применяется для удержания тепла внутри изолируемого объекта, такие материалы могут называться *утеплителями*. Теплоизоляторы отличаются неоднородной структурой и высокой пористостью

## ЛЕКЦИЯ № 10. Гидроизоляция

---

**Гидроизоляция** (от др.-греч. ὕδωρ — вода и изоляция) — защита строительных конструкций, зданий и сооружений от проникновения воды (антифильтрационная гидроизоляция) или материала сооружений от вредного воздействия омывающей или фильтрующей воды или другой агрессивной жидкости (антикоррозийная гидроизоляция). Работы по устройству гидроизоляции называются гидроизоляционными работами. Гидроизоляция обеспечивает нормальную эксплуатацию зданий, сооружений и оборудования, повышает их надёжность и долговечность.

### Гидроизоляционные материалы

---

Для гидроизоляции применяются гидроизоляционные материалы, к которым относятся:

- металлические листы;
- рулонные и листовые материалы (например, геосинтетики или ПВХ мембраны);
- материалы жидкого нанесения (например, жидкая резина, напыляемое пробковое покрытие);
- минеральные вяжущие материалы;
- материалы на основе бентонитовых глин;
- сухие строительные смеси проникающего действия (проникающая гидроизоляция).

### Типы гидроизоляции

---

**Антифильтрационная гидроизоляция** применяется для защиты от проникновения воды в подземные и подводные сооружения (подвалы и заглубленные помещения зданий, транспортные тоннели, шахты, опускные колодцы и кессоны), через подпорные гидротехнические сооружения (плотины, их экраны, понуры, диафрагмы), а также для защиты от утечки эксплуатационно-технических или сбросных вод (каналы, туннели и др. водоводы, бассейны, отстойники, резервуары и др.).

**Антикоррозионная гидроизоляция** предназначена для защиты материала сооружений от химически агрессивных жидкостей и вод (минерализованные грунтовые воды, морская вода, сточные воды промышленных предприятий), от агрессивного воздействия атмосферы (надземные металлические конструкции, гидротехнические сооружения в зоне переменного уровня воды) и от электрокоррозии, вызываемой блуждающими токами (опоры линий электропередач, трубопроводы и др. подземные металлические конструкции). По виду основного материала различают антикоррозионную гидроизоляцию асфальтовую, минеральную, пластмассовую и металлическую; по способу устройства — окрасочную, штукатурную, оклеечную, литую, пропиточную, инъекционную, засыпную, монтируемую; по основному назначению и конструктивным особенностям — поверхностную, шпоночную, работающую «на прижим» и «на отрыв», уплотняющую швы и сопряжения, комплексного назначения (теплогидроизоляция, пластичные компенсаторы).

**Окрасочная гидроизоляция** (горячая и холодная) выполняется в виде тонкого (до 2 мм) многослойного покрытия, обычно из битумных и полимерных лаков и красок, для противокapиллярной и антикоррозионной защиты железобетонных и металлических конструкций. Наиболее надёжны горячие битумно-полимерные и холодные эпоксидно-каучуковые покрытия. Всё большее применение получают новые полимерные материалы холодного отверждения.

**Штукатурная гидроизоляция** (горячая и холодная) представляет собой многослойное (до 2 см) покрытие; наиболее распространены для железобетонных сооружений: цементный торкрет, холодные и горячие асфальтовые штукатурные растворы и мастики,

не требующие защитного ограждения и позволяющие механизировать процесс их нанесения. Расширяется применение полимербетонных и полимерцементных покрытий, коллоидного цементного раствора.

**Оклеечная гидроизоляция** производится наклейкой рулонных материалов в виде многослойного (обычно в 3-4 слоя) покрытия с обязательной защитой поверхностными стяжками и стенками. Несмотря на большое распространение, оклеечная гидроизоляция в ряде случаев заменяется окрасочной и штукатурной гидроизоляцией. Отличается повышенной трещиностойкостью; совершенствование её идёт по пути применения полимерных плёнок, [стеклопластиков](#).

**Литая гидроизоляция** — наиболее надёжный вид гидроизоляции; выполняется, как правило, из горячих асфальтовых мастик и растворов разливкой их по горизонтальному основанию (в 2-3 слоя общей толщиной 20-25 мм) и заливкой за стенку или [опалубку](#) на стенах (толщиной 30-50 мм); вследствие сложности и дороговизны выполняется в особо ответственных случаях. Развитие её идёт по пути применения асфальтокерамзитобетона, битумоперлита, пеноэпоксидов и др. [пенопластов](#).

**Засыпная гидроизоляция** устраивается засыпкой сыпучих гидроизоляционных материалов в водонепроницаемые слои и полости, например, огражденные опалубкой. Аналогична по конструкции и назначению литой гидроизоляции, но имеет большую толщину (до 50 см) и комплексное теплогидроизоляционное назначение ([гидрофобные пески](#) и [ипорошки](#), асфальтоизол) при небольшой водонепроницаемости.

**Пропиточная гидроизоляция** выполняется пропиткой строительных изделий из пористых материалов (бетонные плиты и блоки, асбестоцементные листы и трубы, блоки из [известняка](#) и [туфа](#)) в органическом вяжущем (битум, [каменноугольный пек](#), петролатум, полимерные лаки). Пропиточная гидроизоляция наиболее надёжна для сборных элементов, подвергающихся интенсивным механическим воздействиям ([сваи](#), [трубы](#), [тюбинги](#), фундаментные блоки).

**Инъекционная гидроизоляция** осуществляется нагнетанием вяжущего материала в швы и трещины строительных конструкций или в примыкающий к ним грунт методами, аналогичными устройству противофильтрационных завес; используется, как правило, при ремонте гидроизоляции. Для её устройства всё шире применяются новые полимеры (карбамидные, [фурановые смолы](#)).

**Монтируемая гидроизоляция** выполняется из специально изготовленных элементов (металлические и пластмассовые листы, профильные ленты), прикрепляемых к основному сооружению монтажными связями. Применяется в особо сложных случаях. Совершенствование её идёт по пути использования [Этилен-пропиленовый каучук](#), приклеиваемого к твёрдому основанию или укладываемому на грунт, [стеклопластиков](#), жёсткого [поливинилхлорида](#), промышленного изготовления сборных железобетонных изделий, покрытых в заводских условиях окрасочной или штукатурной гидроизоляцией. Наиболее распространённый конструктивный вид гидроизоляции — поверхностные покрытия в сочетании с уплотнением деформационных или конструктивных швов и устройством сопряжений, обеспечивающих непрерывность всего напорного фронта сооружения.

**Поверхностные гидроизоляции** конструируются таким образом, чтобы они прижимались напором воды к изолируемой несущей конструкции; разработаны также новые виды конструктивной гидроизоляции, работающей «на отрыв». Существенное значение в гидроизоляции сооружений имеют уплотнения деформационных швов; они устраиваются для придания швам водонепроницаемости и защиты их от засорения грунтом, [льдом](#), плавающими телами. Помимо водонепроницаемости, уплотнения должны также обладать высокой деформативной способностью, гибкостью, с тем чтобы они могли

свободно следовать за деформациями сопрягаемых элементов или секций сооружения. Наиболее распространённые типы уплотнений — асфальтовые шпонки и прокладки, металлические диафрагмы и компенсаторы, резиновые и пластмассовые диафрагмы, прокладки и [погонажные герметики](#). Предусматривается также широкое применение битумно-полимерных герметиков, стеклопластиков и стеклоэластиков, позволяющих создавать более простые и надёжные уплотнения. Гидроизоляция, работающая «на отрыв», выполняется в виде покрытий, наносимых на защищаемую конструкцию со стороны, обратной напору воды. Применяется главным образом при ремонте и восстановлении гидроизоляции сооружений (например, путём оштукатуривания изнутри затопляемых подвалов зданий) и для гидроизоляции подземных сооружений, несущие конструкции которых бетонируются впритык к окружающему грунту или скальному основанию — туннели, опускные колодцы, подземные помещения большого заглубления (при антифильтрационной их защите). Для устройства гидроизоляции этого типа применяются гидроизоляционные покрытия, допускающие анкеровку за основную конструкцию (литая и монтируемая гидроизоляции) либо обладающие высокой [адгезией](#) к бетону при длительном воздействии воды (цементный торкрет, холодная асфальтовая и эпоксидная окрасочная гидроизоляция).

**[Проникающая гидроизоляция](#)**: сухие смеси, состоящие из [цемента](#), [кварцевого песка](#) определённого химического и гранулометрического состава химически активных добавок. Растворенные в воде [ионы](#) химически активной добавки проникают по микропорам во внутреннюю структуру бетона и там [кристаллизуются](#), в результате химических реакций, образуя надёжную преграду на пути воды. Активные химические компоненты, проникшие вглубь тела бетона, растворяясь в воде, вступают в реакцию с ионными комплексами [кальция алюминия](#), различными [оксидами солями](#) металлов, содержащимися в бетоне. В ходе этих реакций формируются более сложные соли, способные взаимодействовать с водой и создавать нерастворимые [кристаллогидраты](#) — образования в виде игловидных, хаотично расположенных [кристаллов](#). Сеть этих кристаллов заполняет капилляры, микротрещины и поры шириной до 0,5 мм. При этом кристаллы являются составной частью бетонной структуры. Благодаря силе поверхностного натяжения воды, кристаллы становятся непреодолимой преградой на пути воды. Тем самым блокируется фильтрация воды сквозь толщу бетона, при этом происходит защита арматурного каркаса от агрессивной среды грунтовых (техногенных) вод. Срок действия проникающей гидроизоляции соответствует сроку эксплуатации бетонных конструкций, так как кристаллогидраты находятся глубоко в структуре бетона, изменяя его механические свойства. Дополнительно увеличивается прочность бетона на сжатие.

**Напыляемая гидроизоляция** применяется для защиты от проникновения воды [кровли](#), [фундаментов](#), [водоемов](#), [подвалов](#)<sup>[2]</sup> и подземных помещений. Напыляемая гидроизоляция является двухкомпонентной системой гидроизоляции, состоящей из базисного элемента и [катализатора](#) отверждения. Покрытие наносится на обрабатываемую поверхность методом холодного распыления, после застывания образует прочную мембрану. Напыляемая гидроизоляция обладает высокой адгезией к любому основанию ([сталь](#), бетон, [рубероид](#)), вне зависимости от его рельефа, не содержит швов, не огнеопасна, не имеет запаха, обладает длительным сроком службы.

**Комплекс работ по устройству гидроизоляции включает**: подготовку основания, устройство гидроизоляционного покрова и защитного ограждения, уплотнение деформационных швов и сопряжений гидроизоляции. При выборе типа гидроизоляции отдают предпочтение таким покрытиям, которые, при равной надёжности и стоимости, позволяют комплексно механизировать гидроизоляционные работы, ликвидировать их сезонность.

## **Гидроизоляция фундаментов**

---

Гидроизоляция фундамента и подвала считается одним из важнейших и технологически сложных этапов строительства.

Как показывает практика, устранение ошибок, допущенных при монтаже гидроизоляции на начальном этапе возведения здания или сооружения, гораздо дороже качественного монтажа при возведении здания.

Материалы для гидроизоляции фундамента используются самые разные: начиная от классических рулонных и заканчивая инъекционными в случаях проблемного грунта. Гидроизоляция конструкций фундамента включает в себя обработку так называемых холодных швов, образовавшихся в результате неравномерной заливки монолита, межблочных швов и микротрещин, появившихся как следствие усадки грунта.

Гидроизоляция конструкций фундамента в некоторых случаях может быть обустроена лишь посредством дренажа.

## **Гидроизоляция полов**

---

Для гидроизоляции пола используются так называемые проникающие материалы. Они подходят для защиты от проникновения влаги даже подвальных полов с имеющимися на них значительными трещинами. Однако полностью гарантированный результат, дают только рулонные материалы с проклейкой швов — пленка образует сплошной и непроницаемый барьер для воды, применять желательно ещё до возведения капкострукций.

Гидроизоляция пола в ванной осуществляется путём нанесения непрерывного ковра из рулонных материалов на основе битума или полимеров. Кроме того, достаточно распространён метод окрасочной гидроизоляции, то есть нанесения специального лака в несколько слоев. Недостаток последнего метода заключается в сравнительно небольшом сроке службы такой гидроизоляции пола, который составляет обычно не более шести лет.

Гидроизоляция деревянного пола имеет ряд особенностей, одной из которых является отсутствие разрывов или швов. Там, где гидроизоляция деревянного пола примыкает к другим конструкциям, необходимо без прерывания покрыть защитным слоем 30 см стены вверх от плоскости пола.

## **Гидроизоляция надземной части**

---

Гидроизоляция стен подвала обычно осуществляется обмазочными материалами. В случаях обилия в грунте воды и невозможности устройства дренажа, такой способ может оказаться недостаточно эффективным и привести к появлению сырости и плесени. Выход из этой ситуации — использование для гидроизоляции подвала изнутри инъекционных материалов. Гидроизоляция подвала изнутри происходит следующим образом: гели-акрилаты насосами впитываются в стену, после чего они выходят наружу в виде защитной пленки.

Для того чтобы правильно осуществить гидроизоляцию фундамента и подвала, следует учесть следующие факторы: характер эксплуатации подвального помещения, интенсивность воздействия воды, наличие дренажной системы и её конструктивные особенности.

## Гидроизоляция основания стен 1-го этажа

Большинство лёгких пористых стеновых камней (лёгкие керамические камни, газобетон и пенобетон, керамзитобетон, известняк), на сыром основании работают как фитиль керосиновой лампы — из за капиллярного эффекта своей внутренней пористой структуры — это приведет к очень быстрому росту влажности стены, и разрушению, мороз многократно ускорит разрушение.

Все лёгкие стеновые камни, требуют герметичной гидроизоляционной отсечки — от всех примыканий к стенам и монолитам с повышенной влажностью — отсечка должна быть только пленочного типа, гибкая и не секущаяся, с абсолютно полной водонепроницаемостью. Обычно так отрезают цокольный и 1-й этаж — от всех «мокрых» конструкций — фундамента, цоколя, подземной части цокольного этажа.

Общепринятая отсечка высокомарочным цементным раствором не работает — подсос влаги в сухую стену она полностью не ограничивает, изначально пористость есть — со временем, циклы замораживания и оттаивания, открывают и расширяют капилляры в растворе. Начинается постоянный подсос воды в толщу стены здания, новые порции влаги окончательно вымывают и открывают капилляры.

Не облегченный кирпич менее подвержен капиллярному эффекту, но при отсутствии отсечки может вымокнуть на высоту нескольких этажей, до самой кровли.

Кроме этого, часть лёгких пористых стеновых камней, очень гигроскопична — накопление атмосферной влажности может достигать 30 %, а некоторые известняки с Кипра, набирают влажность до состояния сырой стены «на ощупь».

## Новые технологии в гидроизоляции

В последнее время стала применяться технология гидроизоляции сооружений, получившая название "белая ванна". Принцип действия этой технологии основан на применении водонепроницаемых бетонов и комплексе строительно-монтажных работ, при которых вода проникает в тело массивного монолитного массива из бетона на незначительную глубину.

## **Лекция №11. Древесные строительные материалы и изделия**

### **Общие сведения**

Благодаря хорошим строительным свойствам древесина давно нашла широкое применение в строительстве. Она имеет небольшую среднюю плотность, достаточную прочность, малую теплопроводность, большую долговечность (при правильной эксплуатации и хранении), легко обрабатывается инструментом, химически стойка. Однако с наряду с большими достоинствами древесина имеет и недостатки: неоднородность строения; способность поглощать и отдавать влагу, изменять при этом свои размеры, форму и прочность; быстро разрушается от гниения, легко возгорается.

По породе деревья подразделяют на хвойные и лиственные. Качество древесины во многом зависит от наличия у неё пороков, к которым относят косослой, сучковатость, трещины, повреждения насекомыми, гниль. Хвойные — лиственница, сосна, ель, кедр, пихта. Лиственные — дуб, берёза, липа, осина.

Строительные свойства древесины изменяются в широких пределах, в зависимости от её возраста, условий роста, породы дерева, влажности. В свежесрубленном дереве влаги — 35-60 %, причём содержание её зависит от времени рубки и породы дерева. Наименьшее содержание влаги в дереве зимой, наибольшее — весной. Наибольшая влажность свойственна хвойным породам (50-60 %), наименьшая — твёрдым лиственным породам (35-40 %). Высыхая от самого влажного состояния до точки насыщения волокон (до влажности 35 %) древесина не меняет своих размеров, при дальнейшем высушивании её линейные размеры уменьшаются. В среднем усушка вдоль волокон составляет 0,1 %, а поперёк — 3-6 %. В результате объёмной усушки образуются щели в местах соединения деревянных элементов, древесина трескается. Для деревянных конструкций следует применять древесину той влажности, при которой она будет работать в конструкции.

## **Материалы и изделия из древесины**

Круглый лес: брёвна — длинные отрезки ствола дерева, очищенные от сучьев; кругляк (подтоварник) — брёвна длиной 3-9 м; кряжи — короткие отрезки ствола дерева (длиной 1,3-2,6 м); брёвна для свай гидротехнических сооружений и мостов — отрезки ствола дерева длиной 6,5-8,5 м. Влажность круглого леса, используемого для несущих конструкций должна быть не более 25 %.

Для каждой породы (иногда даже для различных частей дерева) все его свойства могут быть различны, это зависит от различных условий, в которых росло то или иное дерево.

Стройматериалы из древесины делятся на пиломатериалы и плитные материалы.

### **Пиломатериалы**

- Бревно
- Брус
- Доска
- Рейка
- Шпала

### **Деревянные строительные конструкции**

- Сруб
- Опалубка
- Строительные леса
- Ферма

### **Древесина как отделочный материал**

- Фанера
- Паркет, паркетная доска, паркетный щит
- Настенные панели
- Деревянные потолки
- Плинтусы и уголки
- Деревянные окна и двери
- Столярная плита

### **Пиломатериалы**

Пиломатериалы получают путём распиловки круглого леса. Пластины — это продольно распиленные на две симметричные части брёвна; брусья имеют толщину и ширину не более 100 мм (четырёхотрезные и двухкантные); горбыль представляет отпиленную наружную часть бревна, у которого одна сторона не обработана. Основным видом пиломатериалов считается доска необрезная и обрезная.

Высокотехнологичным видом пиломатериалов является стеновой и оконный клеёный брус, а также гнуто-клееные несущие конструкции и балки перекрытия. Изготавливают их путём склейки водостойкими клеями досок, брусков, фанеры. (Водостойкий клей ФБА, ФОК).

Из пиломатериалов изготавливают столярные изделия. Строганные длинномерные изделия — это погонаж (вагонка, половая доска, плинтус, рейка), наличники (оконных и дверных проёмов), поручни для перил, лестниц, подоконные доски, окна и двери. Столярные изделия изготавливают на специализированных заводах или в цехах из хвойных и лиственных пород.

### **Древесные плиты**

К числу плитных строительных материалов из дерева относятся: фанера, древесно-волоконистые плиты, древесно-стружечная плита, цементно-стружечная плита, ориентированно-стружечная плита.

Фанеру изготавливают из шпона (тонкой стружки) берёзы, сосны, дуба, липы и др. пород путём склеивания его листов между собой. Шпон получают непрерывным снятием стружки по всей длине распаренного в кипятке бревна (длиной 1,5 м) на спец. станке.

### **Свойства древесины**

Для древесины основными и наиболее важными являются следующие свойства.

1. Механические: прочность, твердость, деформативность, удельная вязкость, эксплуатационные характеристики, технологические характеристики, износостойкость, способность удерживать крепления, способность гнуться;
2. Физические: внешний вид (текстура, блеск, окраска), влажность (усушка, коробление, водопоглощение, гигроскопичность, плотность), тепловые (теплопроводность, теплопроводность), звуковые (акустическое сопротивление, звукопроводность), электрические (диэлектрические свойства, электропроводность, электрическая прочность);
3. Химические свойства.
  - Прочность древесины - способность сопротивляться разрушению под действием механических нагрузок. Различают прочность на сжатие и растяжение по направлениям приложения нагрузки - продольной и поперечной; статический изгиб.
  - Твердость древесины - способность древесины сопротивляться внедрению в нее более твердого тела. Для оценки твердости древесины используется тест Янка
  - Износостойкость - способность древесины сопротивляться износу, т.е. постепенному разрушению её поверхностных зон при трении. Износ боковых поверхностей больше, чем торцовых; износ влажной древесины больше, чем сухой.

- Влажность древесины определяется точно также, как и любого другого материала - это количество воды в единице объема или массы. Вычисляется влажность следующим образом: измеряется масса пробы влажного материала, затем измеренная проба высушивается в сушилке при температуре 100—105 °С, затем происходит повторное взвешивание, но уже сухого материала. Разница между массой влажного и сухого материала как раз и определяет количество воды, содержащееся в образце. Для того чтобы рассчитать влажность необходимо воспользоваться несложной математической формулой: масса образца до сушки минус масса образца после сушки, результат разности разделить на массу образца после сушки и умножить все выражение на 100 результатом и будет влажность древесины.

В числовом выражении это можно представить так:

- масса влажного образца — 300 граммов
- масса высушенного образца 250 граммов
- влажность древесины —  $(300-250)/250*100 = 20 \%$

Таким образом, влажность составила 20 %. Данная влажность соответствует полусухой древесине.

Древесину по влажности делят на следующие категории:

- сырая — 23% и более
- полусухая — 18-23%
- воздушно-сухая — 12-18%
- сухая — 8-12%.

Чем больше влажность древесины, тем сложнее ее использовать в производстве. Сырая древесина хуже клеится, если при производстве каких-либо изделий использовалась влажная древесина, по мере ее высыхания в предмете могут появляться трещины и щели между досками. Для предотвращения всех вышеперечисленных факторов необходимо произвести предварительную сушку древесины.

- Гигроскопичность — свойство материала поглощать влагу из окружающей среды. Данное свойство зависит от влажности древесины. Сухая древесина обладает большей гигроскопичностью, чем влажная. Для уменьшения гигроскопичности материал покрывают масляными красками, эмалями или различными лаками. Также гигроскопичность напрямую зависит от другого свойства древесины — пористости.
- Пористость — отношение объема пор к общему объему древесины. Для древесины различных видов пористость имеет разное значение, но в среднем разбег ее значения составляет 30-80 %.
- Разбухание древесины проявляется при нахождении материалов при повышенной влажности воздуха длительное время.
- Усушка — изменение размеров при потере влаги древесиной в результате сушки. Усушка происходит естественным образом. Прямым следствием усушки является образование трещин.

- Коробление происходит в результате неравномерной сушки древесины. Высыхание древесины происходит быстрее в слоях более удаленных от сердцевины, поэтому в случае, если сушка производилась с нарушением технологии, происходит изменение формы древесины, она *коробится*. Коробление под действием усушки различно по разным направлениям. Вдоль волокон оно незначительно, и составляет примерно 0,1%. Изменения размеров поперек волокон более значительны и могут составлять 5-8% от начального. Кроме того коробление часто сопровождается появлением трещин в древесине, что сильно сказывается на качестве конечного продукта.

Коробления и образование трещин можно избежать при соблюдении технологии сушки и при использовании определенных техник во время сборки изделий. Так например в бревнах на всю длину материала делаются продольные разгрузочные пропилы, которые снимают внутренние напряжения, образующиеся при усушке.

- Растрескивание — результат неравномерного высыхания наружных и внутренних слоев древесины. Процесс испарения влаги продолжается до тех пор, пока количество влаги в древесине не достигнет определенного предела (равновесного), зависящего напрямую от температуры и влажности окружающего воздуха.
- Теплопроводность. В отличие от других строительных материалов древесина является менее теплопроводной. Это позволяет использовать ее для теплоизоляции помещения.
- Звукопроницаемость — способность материала проводить звуковые волны. Если в случае теплопроводности древесина - более предпочтительный материал, то в случае со звукопроницаемостью древесина проигрывает другим строительным материалам. В связи с этим при строительстве стен и деревянных перекрытий необходимо использовать дополнительные материалы (засыпки), снижающие показатель звукопроницаемости.
- Электропроводность — способность материала проводить электрический ток. Данное свойство у древесины напрямую зависит от влажности.
- Цвет — своеобразный индикатор показывающий качество, возраст и состояние древесины. Качественная и здоровая древесина имеет равномерный цвет без пятен и прочих вкраплений. Если в древесине присутствуют вкрапления и пятна, это свидетельство ее загнивания. Цвет древесины также может изменяться под влиянием атмосферных условий.
- Запах зависит от содержания в древесине смол и дубильных веществ. Свежесрубленное дерево имеет более сильный запах, а по мере высыхания дерева и испарении влаги и эфирных смол запах ослабевает.
- Текстура — рисунок, образующийся при распиливании дерева. плоскость распила пересекает годовичные кольца и слои древесины образовавшиеся в разное время, в результате образуется характерный узор годовичных линий, по которому и отличают древесину от других материалов.
- Вес древесины — различают удельный и объемный вес древесины. Удельный вес - масса единицы объема древесины без учета пустот и влаги. Данный вес не зависит

от породы древесины и составляет  $1,54 \text{ г/см}^3$ . Объемный вес — это масса единицы объема древесины в естественном состоянии то есть с учетом влаги и пустот.

- Свилеватость - непараллельное расположение волокон дерева по отношению к продольной оси бревна, бруса или доски. Он бывает природный и искусственный, из-за неправильной распиловки. Косослой также сильно снижает прочность древесины на растяжение, и как следствие, на изгиб, т.е. в качестве балок, стропил, затяжек применять такие доски или брусья весьма нежелательно. Кроме отбраковки, (ну или правильной распиловки) других способов борьбы не существует. В качестве примера сверх свилеватости можно привести древесину Карельской березы.

## Ценные породы древесины

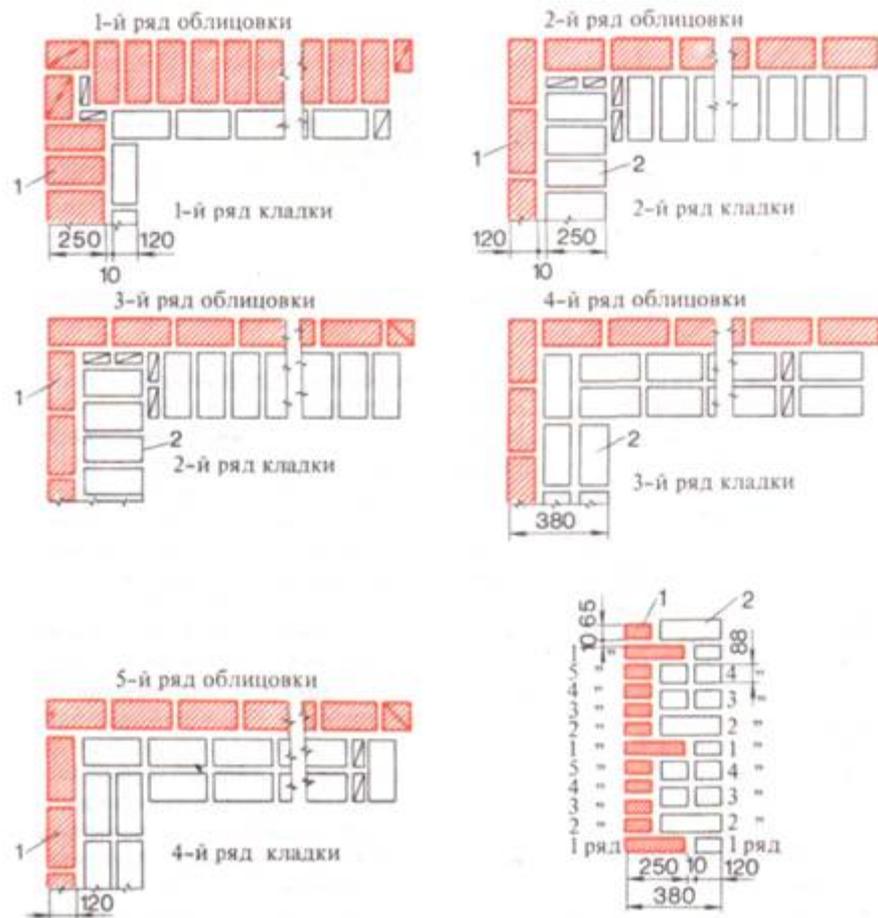
Ценность различных пород древесины заключается в их прочности, долговечности и неповторимости рисунка. Такая древесина используется для изготовления красивой мебели, паркета, дверей, различных предметов интерьера, считающимися элитными, учитывая исходно высокую стоимость и размер усилий, затрачиваемые на ее обработку. В России наиболее распространены следующие породы: дуб, вишня, бук, груша, розовое дерево, махагони, грецкий орех, клён (белый, сахарный, остролистный).

## Основные эксплуатационные показатели

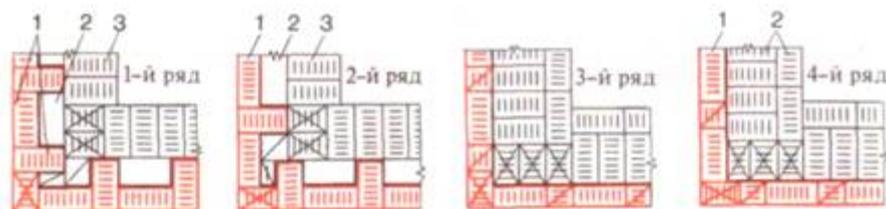
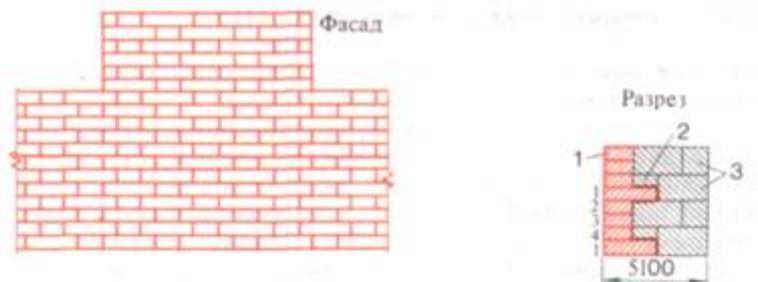
- **Твёрдость** — показатель срока службы верхнего слоя древесины. Чем выше твёрдость, тем медленнее идёт износ. Одним из показателей твёрдости является шкала Янка.
- **Стабильность и уровень усадки** — показывает совместимость различных пород древесины при совместном использовании (в паркете, инкрустациях и т. п.). Также показывает пригодность их использования в различных климатических условиях.
- **Степень окисления** — показывает изменение цвета древесины под воздействием света. Чем выше степень, тем больше темнеет древесина.
- **Выразительность текстуры** — влияет на зрительное восприятие человеком. При большей контрастности создаётся больший возбуждающий эффект.
- **Стойкость к нагрузкам** — способность древесины выдерживать те или иные нагрузки.

## Лекция № 12. Лицевая кладка.

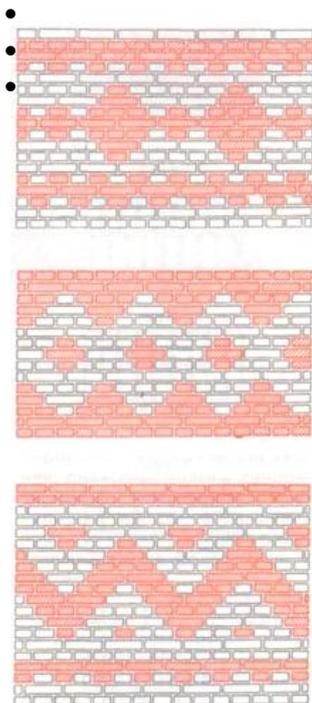
- **Лицевая кладка** из керамического или силикатного кирпича с расшивкой швов — наиболее распространенный способ отделки фасадов. Лицевую поверхность стен выкладывают из отборного целого кирпича или камней с правильными кромками и углами, а остальную часть кладки — из обычных камней или кирпича. Для облицовки подбирают кирпич или камни, одинаковые по тону окраски. Кладку выполняют, как правило, по многорядной системе перевязки. Облицовочный слой перевязывают с массивом стены, укладывая тычковые ряды в лицевом слое.
- Стены из кирпича толщиной 88 мм с облицовкой лицевым кирпичом перевязывают по схеме, показанной на рис. 6.1. Кладку стены из керамических камней высотой 138 мм перевязывают с лицевой кирпичной кладкой через один или два ряда камней по схеме, показанной на рис. 6.2. Кладку из керамических камней перевязывают с лицевой кладкой из облицовочных керамических камней — тычковыми рядами через два ряда кладки.



- Рис. 6.1. Перевязка кладки из кирпича толщиной 88 мм с облицовкой лицевым кирпичом (толщина стены 380 мм): 1 — лицевой кирпич, 2 — утолщенный кирпич



- Рис. 6.2. Перевязка лицевой кладки из кирпича с кладкой из керамических камней через два ряда камней (толщина стены 510 мм): 1 — лицевой кирпич, 2 — обыкновенный кирпич, 3 — керамические камни
- **Декоративная кладка**
- Декоративная кладка — разновидность лицевой кладки. Чтобы обеспечить выразительность декоративной кладки, применяют различные способы разрезки облицовочного слоя вертикальными швами. Сочетая способы перевязки и раскладки кирпича в лицевом слое, а также разный по цвету и размерам кирпич, можно получить при лицевой кладке разнообразные рисунки (рис. 6.3).



- Рис. 6.3. Декоративная кладка с применением кирпича разных видов

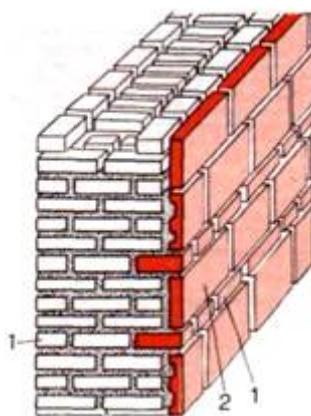
- **Кладка стен одновременно с облицовкой**

- Кладка стен. Для облицовки стен одновременно с их возведением применяют закладные, т. е. защемляемые в кладке, и другие виды плит, которые закрепляют с помощью стальных скоб, крюков и проволоки. Скобы, крюки и проволоку закладывают

- в швы между кирпичами или камнями в процессе кладки.

- Кладку стен с одновременной облицовкой их керамическими, бетонными или силикатными плитами (рис. 6.4), закрепляемыми с помощью прокладных рядов, выполняют в такой последовательности. После укладки прокладного ряда 1 сначала выставляют ряд облицовочных прислонных плит 2, затем возводят кладку стены до уровня верха прислонных

облицовочных плит и вновь укладывают прокладной ряд облицовки.



- Рис. 6.4. Облицовка кладки, закрепляемая прокладными плитами: 1 — прокладной ряд, 2 — прислонные плиты

- **Облицовка ранее выложенных стен**

- Облицовка стен фасадов зданий в зависимости от архитектурного решения может быть сплошной — всей поверхности — или частичной — элементов фасадов: цоколей, поясков, наличников, карнизов. Перед тем как приступить к облицовке готовой стены, выверяют ее плоскость, провешивая отвесами, чтобы при необходимости выровнять ее впадины или бугры. Стены провешивают отдельно по каждому участку, ограниченному горизонтальными, выступающими за плоскость фасада поясками.

- Провешивание начинают с разметки проектных отвесных осевых линий облицовываемых поверхностей: пилястр, проемов и выступов. Осевые линии наносят на всю высоту зданий от карниза до цоколя.

- **Требования к качеству работ и правила техники безопасности**

- Для облицовки стен лицевыми камнями и керамическими плитками особое значение имеет качество раствора. Подвижность раствора определяют в процессе работ не реже одного раза в смену. При этом она должна быть для кладки с одновременной облицовкой стен в пределах 9...12 см при кладке из

неувлажненного кирпича и 7...9 см — из увлажненного; для крепления облицовки на предварительно возведенных стенах — 5...7 см. Облицовку керамическими плитками, выполняемую одновременно с кладкой стен, осуществляют на том же растворе, что и кладку стен, но марки не ниже 25.

- Толщину швов в лицевой кладке и при облицовке плитами, выполняемой одновременно с кладкой, делают, как в обычной кладке. Все швы в облицовке законченного здания должны быть заполнены раствором и расшиты.

### Лекция № 13. Стекло.

**Стекло** — вещество и материал, один из самых древних и, благодаря разнообразию своих свойств, — универсальный в практике человека. **Физико-химически** — **неорганическое вещество**, **твёрдое тело**, **структурно** — **аморфно**, **изотропно**; все виды стёкол при формировании преобразуются в **агрегатном состоянии** — от чрезвычайной **вязкости жидкого** до так называемого **стеклообразного** — в процессе остывания со скоростью, достаточной для предотвращения **кристаллизации расплавов**, получаемых **плавлением** сырья (**шихты**). Температура варки стёкол, от 300 до 2500 °С, определяется компонентами этих стеклообразующих расплавов (**оксидами**, **фторидами**, **фосфатами** и др.). Прозрачность (для видимого человеком **спектра**) не является общим для всех видов существующих как в природе, так и в практике стёкол.

### Использование технологических свойств минеральных стёкол

Природное стекло, будучи одним из первых естественных материалов, который получил очень широкое применение в быту, и как орудие труда, и как часть разных видов оружия (ножи, наконечники стрел, копий и т. д.), — для изготовления украшений и других предметов обихода, — и как различные элементы ритуалов, напр. — **ацтекских** и **майяских**; — благодаря своей структуре обладает и недоступным для многих других, традиционных по применению материалов, парадоксальными, казалось бы, свойствами, что использовано было теми же ацтеками, давшими уникальные инструменты. Именно свойства стекла как аморфного вещества, с одной стороны, наделяющего его хрупкостью, в чём его недостаток и неприменимость для изготовления, например, инструментов, к которым предъявляются требования повышенной прочности (былой недостаток — сейчас он в ряде случаев, и рядом технологических методик преодолён), с другой стороны, это отсутствие кристаллической решётки дало ему и преимущество, которое является причиной того, что с первыми в истории медицинскими, хирургическими инструментами по их остроте, возможностям заточки, до сих пор не может сравниться ни один металлический скальпель. Рабочую часть последнего (фаску) можно заточить до определённого предела — в дальнейшем от «пилы» практически невозможно избавиться, в то время как этого порога, например, в обсидиановых скальпелях нет — отсутствие кристаллической решётки позволяет их затачивать до молекулярного уровня, что даёт неоспоримое преимущество в микрохирургии, к тому же они не подвержены коррозии. Настоящий пример, хоть и имеющий отношение к стеклообразным минералам, очень показателен для понимания такого структурного свойства стекла как аморфность. Но сейчас эти свойства используются и при создании **прецизионных** инструментов из искусственного стекла.

### Строение стёкол

Термин «строение стекла» подразумевает описание двух тесно связанных, но рассматриваемых зачастую независимо аспектов — геометрии взаимного расположения атомов и ионов, составляющих стекло и характера химических связей между образующими его частицами. Как уже было отмечено, структура стекла соответствует структуре жидкости в интервале стеклования. Этим определяется то, что вопросы строения стеклообразующих расплавов и стёкол самым тесным образом связаны друг с другом. Любое достижение в исследовании строения жидкостей и расплавов создаёт дополнительные возможности развития учения о строении стекла и наоборот.

Развитие представления о строении стекла проходит через гипотезы, объясняющие эксперименты, — к теориям, оформляющимся математически, и предполагающим [количественную проверку](#) в эксперименте. Таким образом понимание строения стеклообразных веществ (и частично — жидких) обусловлено совершенством методов исследования и математического аппарата, техническими возможностями. Выводы же позволяют в дальнейшем, совершенствуя методологию, развивать теорию строения стекла и подобных ему аморфных веществ.

### **Свойства стекла**

Стекло — неорганическое изотропное вещество, материал, известный и используемый с древнейших времён. Существует и в природной форме, в виде [минералов \(обсидиан — вулканическое стекло\)](#), но в практике — чаще всего, как продукт [стеклоделия](#) — одной из древнейших [технологий](#) в материальной культуре. Структурно — аморфное вещество, [агрегатно](#) относящееся к разряду — твёрдое тело. В практике присутствует огромное число модификаций, подразумевающих массу разнообразных утилитарных возможностей, определяющихся [составом](#), [структурой](#), [химическими](#) и [физическими](#) свойствами.

Независимо от их химического состава и температурной области затвердевания, стекло обладает физико-механическими свойствами [твёрдого тела](#), сохраняя способность обратимого перехода из жидкого состояния в стеклообразное (данное определение позволяет наблюдать, что фигурально к стёклам, в расширительном значении, относят все вещества по аналогии процесса образования и ряда формальных свойств, так называемого стеклообразного состояния — на сём она исчерпывается, поскольку материал, как известно, прежде всего характеризуется своими практическими качествами, которые и определяют более строгую детерминацию стёкол как таковых в материаловедении).

### **Улучшение свойств стекла**

Основной недостаток обычных стёкол — [хрупкость](#). Для того, чтобы расширить сферу применения стекла, его подвергают закалке (закалённое стекло), создают многослойные [компози́ты \(триплекс\)](#). Армирование, вопреки распространённому мнению, ослабляет стекло, делает его более хрупким по сравнению с таким же монолитным стеклом.

### **Виды стёкол**

В зависимости от основного используемого стеклообразующего вещества, стекла бывают оксидными (силикатные, [кварцевое](#), германатные, фосфатные, боратные), фторидными, сульфидными и т. д.

Базовый метод получения силикатного стекла заключается в плавлении смеси кварцевого песка ( $\text{SiO}_2$ ), соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) и извести ( $\text{CaO}$ ). В результате получается химический комплекс с составом  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ .

Кварцевое стекло получают плавлением кремнезёмистого сырья высокой чистоты (обычно кварцит, горный хрусталь), его химическая формула —  $\text{SiO}_2$ . Кварцевое стекло может быть также природного происхождения (см. выше — кластофульгуриты), образующееся при попадании молнии в залежи кварцевого песка (этот факт лежит в основе одной из исторических версий происхождения технологии).

Кварцевое стекло характеризуется весьма малым коэффициентом температурного расширения и потому его иногда используют в качестве материала для деталей точной механики, размеры которых не должны меняться при изменении температуры. Примером служит использование кварцевого стекла в точных маятниковых часах.

Оптическое стекло — применяют для изготовления линз, призм, кювет и др.

Химико-лабораторное стекло — стекло, обладающее высокой химической и термической устойчивостью.

### Основные промышленные виды стекла

В качестве главной составной части в стекле содержится 70—75 % двуокиси кремния ( $\text{SiO}_2$ ), получаемой из кварцевого песка при условии соответствующей грануляции и свободы от всяких загрязнений. Венецианцы для этого применяли чистый песок из реки По или даже завозили его из Истрии, тогда как богемские стеклоделы получали песок из чистого кварца.

Второй компонент — окись кальция ( $\text{CaO}$ ) — делает стекло химически стойким и усиливает его блеск. На стекло она идёт в виде извести. Древние египтяне получали её из щёбня морских раковин, а в Средние века она приготавливалась из золы деревьев или морских водорослей, так как известняк в качестве сырья для приготовления стекла был ещё не известен. Первым подмешивать к стеклянной массе мел, как тогда назывался известняк, стали богемские стеклоделы в XVII веке.

Следующей составной частью стекла являются оксиды щелочных металлов — натрия ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) или калия ( $\text{K}_2\text{O}$ ), нужные для плавки и выделки стекла. Их доля составляет примерно 16—17 %. На стекло они идут в виде соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) или поташа ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ), которые при высокой температуре легко разлагаются на окиси. Соду сначала получали выщелачиванием золы морских водорослей, а в местности, удалённой от моря, применяли содержащий калий поташ, получая его выщелачиванием золы буковых или хвойных деревьев.

Различаются три главных вида стекла:

- **Содово-известковое стекло** ( $1\text{Na}_2\text{O} : 1\text{CaO} : 6\text{SiO}_2$ )
- **Калийно-известковое стекло** ( $1\text{K}_2\text{O} : 1\text{CaO} : 6\text{SiO}_2$ )
- **Калийно-свинцовое стекло** ( $1\text{K}_2\text{O} : 1\text{PbO} : 6\text{SiO}_2$ )

## **Кальциево-натриевое стекло**

«Содовое стекло» можно с лёгкостью плавить, оно мягкое и потому легко поддаётся обработке, а кроме того, чистое и светлое.

## **Калиево-кальциевое стекло**

«Поташное стекло», в отличие от калиевого, более тугоплавкое, твёрдое и не такое пластичное и способное к формовке, но обладает сильным блеском. Оттого что раньше его получали непосредственно из золы, в которой много железа, стекло было зеленоватого цвета, и в [XVI веке](#) для его обесцвечивания начали применять перекись марганца. А так как именно лес давал сырьё для изготовления этого стекла, его называли ещё лесным стеклом. На килограмм поташа шла тонна древесины.

## **Свинцовое стекло**

Свинцовое стекло (или «хрусталь»), получается заменой окиси кальция окисью свинца. Оно довольно мягкое и плавкое, но весьма тяжёлое, отличается сильным блеском и высоким коэффициентом преломления, разлагая световые лучи на все цвета радуги и вызывая игру света.

## **Боросиликатное стекло**

Включение оксида [бора](#) вместо щелочных составляющих [шихты](#) придаёт этому стеклу свойства тугоплавкости, стойкости к резким температурным скачкам и агрессивным средам. Изменение состава и ряд технологических особенностей, в свою очередь, сказывается на себестоимости — оно дороже обычного силикатного.

## **Пористое стекло**

Воздействие воды и растворов кислот на силикатные стёкла выражается образованием на их поверхности тонкой плёнки пористого строения — об этом было известно давно. В определённой области [тройной диаграммы](#) лежат составы малоустойчивых щелочно-боросиликатных стёкол, такое воздействие на которые (в особенности — растворов кислот) результатом может иметь образование насквозь пористых продуктов — так называемых **пористых стёкол**. В этом случае в раствор переходит пребывавший в составе исходного материала практически весь щелочной оксид, весомая часть [борного ангидрида](#), а пористый продукт реакции будет на 93—96 % состоять из кремнезёма и при определённых условиях сохранит внешние качества исходного стеклянного материала: блестящую полированную поверхность и форму.

## **Тема 6. Конструктивные элементы зданий.**

### **Несущий остов и конструктивные системы зданий**

Одним из основных принципов в искусстве строить здания и сооружения является соблюдение единства внешних и конструктивных форм. Зданиями являются наземные строения, предназначенные для жилья, производственных, сельскохозяйственных и культурно-бытовых целей. Сооружениями называют строения специального назначения (линии

электропередач, мосты, теплопроводы, шахты и т.д.). По назначению здания делятся на:

- - промышленные (обслуживают нужды производства);
- - гражданские (жилые и общественные);
- - сельскохозяйственные (предназначены для обслуживания нужд сельского хозяйства).

Объект строительства складывается из конструкций, основное назначение которых обеспечивать устойчивость и прочность объекта. Эти конструкции изолируют внутренние объёмы здания от влияния внешней среды и делят его на помещения конкретных размеров. При этом конструкции сочетаются определенным образом согласно требованиям архитектурно-строительного рабочего проекта. Он выполняется с учетом требований ГОСТ, СНиП и другой исполнительной документации.

Несущим остовом здания или сооружения называют специально возведённые элементы, которые в совокупности образуют систему пространственного типа. Он должен отвечать таким характеристикам как:

- - прочность;
- - жёсткость;
- - устойчивость;
- - огнестойкость.

Конструктивные системы зданий зависят от технологии строительства. Здание строится по каркасной и бескаркасной технологии (в этом случае несущие стены являются остовом). В случае многоэтажных зданий несущий остов представляет собой коробку, жёсткость которой обеспечивается стенами и перекрытиями. Устойчивость конструкции зависит от типа связей стен с перекрытием.

Среди основных конструктивных групп элементов здания принято выделять несущие и ограждающие.

Элементы несущего типа воспринимают нагрузку от массы здания, пребывающих в нём людей, установленных мебели и устройств, нагрузку от действия дождя, снега и ветра (фундаменты, стены, перекрытия, покрытия).

Элементы ограждающего типа защищают от атмосферных воздействий и служат для деления внутреннего пространства объекта на помещения и комнаты (стены, перегородки, пол, окна, двери, перекрытия, фонари).

**Отдельные конструктивные элементы зданий сочетают обе эти функции.**

## **Основные конструктивные элементы здания**

Любой строительный объект состоит из основных и дополнительных элементов, относящихся к конструктивным. В перечень основных элементов входят:

- - фундамент;
- - каркас;
- - стены;
- - перегородки;
- - перекрытия;
- - покрытия;
- - окна;
- - двери;
- - фонари;
- - лестницы;
- - инженерная инфраструктура.

Конструктивные элементы таких зданий как каркасные воспринимают все нагрузки специальной системой, выполненной из колонн (стоек), надежно увязанных с горизонтальными элементами. Ими выступают ригели и прогоны. Они образуют каркас. Особенностью каркасного здания является то, что каркас принимает на себя все нагрузки, а стены выполняют оградительную функцию.

## **Характеристика основных конструктивных элементов здания**

Схемы зданий могут быть разнообразны. Над их созданием работают специалисты разного технического профиля. В первую очередь определяется архитектурно-стилевое решение (архитектор определяет не только стиль, но и архитектурно-конструктивные составляющие здания). В дальнейшем специалисты разного направления подводят к объекту необходимые коммуникации, позволяющие выполнять описанные в проекте функции.

Здание начинается с фундамента, который является несущим элементом, поскольку он воспринимает и передает нагрузку на грунт. На фундамент опираются другие важные элементы – стены и колонны. Плоскость опоры фундамента, расположенная на грунте, называется подошвой. В строительстве, в зависимости от типа здания используют 2 вида фундаментов:

- - ленточный (используют для сооружения стен);
- - столбовой (используют при обустройстве колонн).

На фундаменте выполняют стеновые конструкции, которые могут быть внешними и внутренними. Первые отделяют помещение от внешнего

пространства, а вторые - для разделения здания на помещения конкретного назначения. В каркасных зданиях применяют стены навесного типа, которые закрепляют определённым способом к несущим конструкциям.

Колонны представляют собой специальные опоры в виде простой или сложной геометрической фигуры, выполненные из материалов, указанных в ГОСТ. Они воспринимают нагрузки от перекрытия и покрытия зданий, в промышленных зданиях добавляются дополнительно нагрузки, действующие от мостов кранов и подкрановых балок.

Перекрытия представляют собой горизонтальные конструкции. Они делят внутреннее пространство объекта на этажи и воспринимают нагрузку от покрытия, установленных устройств и оборудования, мебели и пребывания людей. Различают следующие виды перекрытий:

- - подвальные;
- - междуэтажные;
- - подвесные.

Покрытие, основное назначение которого защита объекта от негативного влияния внешней среды, является важным элементом. Несущими конструктивными составляющими служат балки, фермы, ригели, различные оболочки. Верхняя оболочка здания является кровлей.

### **Дополнительные конструктивные элементы зданий**

К таким элементам относят:

- - балконы;
- - лоджии;
- - лифтовые шахты;
- - лестницы;
- - связи вертикальные и горизонтальные.

Каждое здание должно отвечать своему функциональному назначению, обеспечивать санитарно-гигиенические условия и быть технически оснащено согласно требованиям технического задания. После его возведения в процессе эксплуатации регулярно должна выполняться диагностика технического состояния.

## **Тема 8. Вопросы строительной физики.**

### **Основные вопросы строительной физики**

Практические строительные задачи при проектировании зданий решаются с помощью законов физики, объединенных в прикладную науку -

строительную физику. Этот предмет включает три основных раздела: теплотехнику, акустику и светотехнику.

Строительная теплотехника рассматривает теплофизические процессы, протекающие в ограждающих конструкциях в процессе эксплуатации зданий. Эти конструкции должны обладать достаточными теплозащитными свойствами, чтобы удерживать тепло в помещениях в холодное время года, препятствовать чрезмерному перегреву помещений в жару и сохранять в них определенный влажностный режим.

При движении теплового потока от внутренней поверхности ограждающей конструкции к наружной температура отдельных слоев ограждения снижается постепенно вследствие возникающего сопротивления. Суммарное сопротивление однослойного ограждения  $R_0$

может быть выражено формулой:

$$R_0 = R_e + R + R_n$$

где  $R_e$  - сопротивление тепловосприятию (переход тепла от внутреннего воздуха к поверхности ограждения);  $R_e \approx 0,133 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} / \text{ккал}$ ;

$R$  - сопротивление теплопередаче материала ограждения;

$R = \frac{\delta}{\lambda}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} / \text{ккал}$ ; для многослойных ограждений сопротивление теплопередаче будет равно сумме величин для каждого слоя

$$R = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}$$

$\delta$  - толщина стены, м;

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} / \text{ккал}$ ;

$R_n$  - сопротивление теплоотдаче (переход тепла от поверхности ограждения к наружному воздуху),

Для стен и бесчердачных покрытий  $R_n = 0,05 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} / \text{ккал}$ ; для перекрытий  $R_n = 0,1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} / \text{ккал}$ .

При введении в ограждение воздушных прослоек их сопротивление также учитывается, однако с увеличением их толщины оно нарастает не пропорционально, а крайне медленно. Поэтому в ограждении выгоднее иметь несколько узких воздушных прослоек, чем одну широкую.

Значение требуемого сопротивления теплопередаче определяется по формуле:

$$R_0 = \frac{(t_e - t_n)_{\text{норм}}}{\Delta t}$$

где  $t_e$  - температура воздуха помещения;

$t_n$  - температура наружного воздуха;  
 $\Delta t_{вн}$  - внутренний температурный перепад (для стен жилых зданий  $\Delta t_{вн} = 6^\circ\text{C}$ ; для чердачных перекрытий  $\Delta t_{вн} = 4,5^\circ\text{C}$ );  
 $m$  - коэффициент, учитывающий массивность ограждения ( $m$  колеблется в пределах от 1 - для массивных ограждений до 1,3 - для легких);  
 $n$  - коэффициент, зависящий от расположения ограждения (для наружных стен и бесчердачных покрытий  $n = 1,0$ ; для чердачных перекрытий  $n = 0,9$ ; для перекрытий над холодным подвалом  $n = 0,6$ ).

Таким образом, при известном необходимом значении  $R0$  можно определить требуемую величину толщины ограждения.

Строительная акустика изучает вопросы звукоизоляции здания и пути создания наилучших условий слышимости в специальных помещениях (аудитории, концертные залы и т. п.).

Звукоизоляцией называется степень ослабления звука данным ограждением. Для достижения необходимой звукоизоляции следует не допускать в ограждениях щелей, отверстий, неплотных сопряжений между отдельными элементами. Целесообразно выполнять ограждения из сравнительно легких материалов с устройством специальных звукоизолирующих прокладок или слоистых конструкций, состоящих из резко отличающихся по плотности и жесткости материалов.

Строительная светотехника рассматривает методику проектирования и технику расчета естественного освещения.

Основная задача светотехнических расчетов заключается в определении формы, размеров и расположения световых проемов с целью лучшего освещения помещений естественным светом.

Необходимая степень освещенности может быть приближенно установлена путем соответствующего отношения между площадями световых проемов и самого помещения.