

# **Строительное дело и материалы**

*Учебное пособие*

Нижний Новгород  
2022

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

## Строительное дело и материалы

Утверждено редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

Нижний Новгород  
ННГАСУ  
2022

УДК 69:712 (075.8)

С 86

ББК 38.3

Рецензенты:

*Г.М. Грушевский* – канд. техн. наук, доцент, директор ООО «Нора»

*С.В. Краснов* – канд. техн. наук, стар. науч. сотр., директор ООО «Инженерный центр ВВГБП»

Кондрашкин О.Б. Строительное дело и материалы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О. Б. Кондрашкин, И. А. Гулин, В. В. Мартос, И. В. Можаяев; Нижегород. гос. архитектур. - строит. ун - т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2022 – 90 с., 1 электрон. опт. диск (CD-RW)  
ISBN 978-5-528-00506-5

Учебное пособие «Строительное дело и материалы» содержит необходимые сведения в области строительных материалов и конструкций. Некоторые сведения о строительных материалах рассматриваются в историческом плане, но в целом данное учебное пособие базируется на мировом и отечественном опыте и последних достижениях в области строительства. Рекомендовано для изучения студентам ННГАСУ, обучающимся по специальности «Ландшафтная архитектура».

ББК 38.3

ISBN 978-5-528-00506-5

© О.Б. Кондрашкин, И.А. Гулин,  
В.В. Мартос, И.В. Можаяев, 2022  
© ННГАСУ, 2022

## Оглавление

|   |    |
|---|----|
| Предисловие.....  | 5  |
| Введение.....   | 6  |
| 1. Здания и сооружения.....   | 10 |
| 1.1. Общие сведения о зданиях и сооружениях .....                       | 10 |
| 1.2. Архитектурно-конструктивные элементы здания.....                   | 11 |
| 1.3. Схемы конструкций гражданских зданий.....                          | 19 |
| 1.4. Строительство зданий из сборного железобетона.....                 | 20 |
| 1.5. Здания из сборного железобетона.....                               | 23 |
| 1.6. Металлические конструкции зданий.....                              | 27 |
| 1.7. Деревянные конструкции.....  | 31 |
| 1.8. Деревянные дома заводского изготовления.....                       | 34 |
| 1.9. Металлические крепления в деревянных конструкциях.....             | 38 |
| 1.10. Настилы.....  | 39 |
| 1.11. Деревянные и составные балки.....                                 | 40 |
| 1.12. Деревянные стойки.....  | 40 |
| 1.13. Деревянные фермы.....   | 40 |
| 1.14. Деревянные арки и рамы.....                                       | 41 |
| 1.15. Обработка древесины от гниения.....                               | 43 |
| 2. Строительные материалы.....  | 44 |
| 2.1. Классификация строительных материалов.....                         | 44 |
| 2.2. Основные физико-механические свойства строительных материалов..... | 44 |
| 2.3. Вяжущие материалы.....   | 51 |
| 2.4. Строительные растворы.....   | 56 |
| 2.5. Бетон и железобетон.....   | 58 |
| 2.6. Строительная керамика.....   | 61 |
| 2.7. Безобжиговые каменные материалы.....                               | 61 |
| 2.8. Природные каменные материалы.....                                  | 65 |

|  |    |
|--|----|
| 2.9. Кровельные и гидроизоляционные материалы.....           | 69 |
| 2.10. Металлы .....  | 72 |
| 2.11. Отделочные материалы .....                             | 75 |
| 2.12. Отделочные рулонные материалы .....                    | 77 |
| 2.13. Листовые отделочные материалы .....                    | 78 |
| 2.14. Стекло и стеклянные изделия .....                      | 78 |
| 3. Общие сведения об электросварочных работах.....           | 80 |
| 3.1. Основные сведения о сварки.....                         | 80 |
| 3.2. Общие положения о сварочной дуге.....                   | 82 |
| 3.3. Оборудование для сварочных работ .....                  | 82 |
| 3.4. Сварочная проволока и электроды.....                    | 83 |
| 3.5. Виды сварочных соединений.....                          | 84 |
| 3.6. Способы выполнения сварных соединений .....             | 85 |
| 3.7. Дефекты сварных соединений и способы их выявления ..... | 86 |
| 3.8. Газовая резка металлов.....                             | 87 |
| Литература.....  | 90 |

## Предисловие

Настоящее учебное пособие создано в соответствии с учебной программой и предназначено для изучения студентами 2 и 3 курсов, обучающихся по направлениям: «Ландшафтная архитектура», «Геодезия и дистанционное зондирование», - дисциплин «Строительное дело и материалы» и «Основы строительных конструкций».

При подготовке учебного пособия принималось во внимание, что студенты ещё не знакомы ни со специальными курсами, ни с терминологией, которая используется при изучении этих дисциплин, поэтому авторы постарались изложить материал так, чтобы он был простым для восприятия.

Задача данного учебного пособия заключается в том, чтобы предоставить будущим инженерам необходимые сведения в области строительных конструкций, строительных технологических процессов и материалов, которые применяются в строительстве.

Некоторые сведения о строительных материалах и конструктивных решениях и элементах мы рассмотрим в историческом плане, в то же время учебное пособие базируется на мировом и отечественном опыте и последних достижениях в области строительства.

## Введение

Искусство возведения зданий и сооружений, связанное с решением различных технических, эстетических и экономических задач, постоянно меняется и совершенствуется в процессе развития человеческого общества.

С развитием техники и с совершенствованием технологий человеческое общество подходило к решению этих задач по-разному в зависимости от исторической эпохи и понятия идеала своего времени. Об этом можно судить по памятникам архитектуры и шедеврам строительного искусства, дошедшим до нас.

К первым памятникам строительства можно отнести пирамиды в Древнем Египте, а также амфитеатры Рима (IV-I тысячелетие до н. э.). В этих сооружениях отражены элементы культуры, традиций и мировосприятия людей того времени. В пирамидах Египта заложена безграничная власть фараонов и жрецов, а в аренах амфитеатров безграничная жестокость и жажда развлечений. Архитектура Древней Греции дышит благородством и красотой. К шедеврам строительства Древней Греции можно отнести храм богини Афины - Парфенон.

Античный Рим стал, безусловно, преемником архитектурных традиций Эллады, но при этом в его архитектуре отражена ещё и незыблемость могущественной и воинственной Римской империи. Примером является амфитеатр Флавиев - Колизей.

Если рассмотреть архитектуру *готики* в период строительства городов, то можно обратить внимание на величие соборов. Их строительство потребовало принципиально новых решений в области строительных технологий. Конструктивная система арок и сводов своё развитие позже получила ещё и в архитектуре *ренессанса* (эпоха Возрождения), *барокко*, *классицизма* и *конструктивизма*.

Архитектура эпохи Возрождения характеризуется простотой, спокойствием форм, симметричностью, четкостью ритма в архитектурных деталях. В это время, параллельно со строительством культовых сооружений, идет бурное строительство городов. Для украшения множества гражданских зданий широко используется скульптура, лепка, живопись. К памятникам итальянского *ренессанса* можно отнести храм Св. Петра в Риме. Строительство этого сооружения начинал архитектор Браманте, продолжил строительство художник Рафаэль Санти, а закончил великий архитектор, «гигант» эпохи Микеланджело.

Строительными материалами той эпохи были как хорошо известный уже много веков кирпич, так и относительно новые строительные материалы. Например растворы, которые применяли не только для кладки кирпича, но и для гладкой и фактурной штукатурки.

В период позднего Ренессанса стал развиваться другой стиль и направление в архитектуре - *барокко* (вычурный), в котором широко использовались лепнина и архитектурные детали, выполненные из раствора. Представителем этого направления является здание Дрезденской картинной галереи - Цвингер (цитадель), построенная архитектором Пеппельманом.

После стиля барокко зодчие вновь обратили свое внимание к простым, ясным формам античности. Этот стиль получил название **классицизм**. Его возникновению способствовало развитие науки (в основном философии и литературы).

В период классицизма в архитектуре закладывались новые градостроительные принципы и решения, в основу которых было положено создание крупных, выразительных ансамблей. Самый яркий пример - постройка в России Петербурга.

Век бурно развивающегося капитализма внес новые веяния в понимание строительства, но экономическая формация не породила новых стилей в архитектуре, она, скорее, создала эпоху подражания разным стилям или смещение их. Такой стиль называли **эkleктикой**.

XIX век - это век научно-технической революции, который открыл новую эру в строительстве. В это время стали активно использоваться металлы: чугун, кованное железо, а затем сталь. Появились совершенно новые строительные материалы, к которым можно отнести стекло. На I всемирной выставке в Лондоне в середине века был построен «Хрустальный дворец» из стеклянных панелей. В 1889 году по проекту А.Г. Эфеля в центре Парижа была возведена уникальная башня высотой 300 метров. Она была построена из стальных конструкций. До сих пор это уникальное инженерное сооружение является символом Парижа и носит имя автора.

Использование металлических каркасов положило начало строительству сверхвысоких зданий, которые стали называть небоскребами. Первые небоскребы были построены в США.

Помимо металла во второй половине XIX века начинают применять и другие современные материалы - бетон и железобетон. Применение этих материалов оказало большое влияние на развитие мировой архитектуры.

В XX веке (век научных открытий и технического прогресса) происходит интенсивный рост городов, архитектура которых принимает все больше функциональный и интернациональный характер.

Программу развития архитектуры в XX веке предложил французский архитектор Ле Корбюзье. В ее основу были положены пять опорных принципов:

- 1) *столбы* (здания стоят на столбах)
- 2) *плоская крыша* (ее часто используют в качестве сада)
- 3) *свободная планировка* (использование каркасных систем)
- 4) *свободное оформление фасада*
- 5) *удлиненное окно* (ленточное остекление)

Изучая исторические этапы развития строительного искусства, особую роль необходимо отвести русской архитектуре.

Приняв в X веке христианство, Русь обогатилась Византийскими традициями (христианство пришло из Византии), которые не обошли стороной и архитектуру. Ярким примером и важным памятником архитектуры того периода является Софийский собор в Киеве. Следует учесть тот момент, что храмы Руси имели не только религиозное, но и общественное значение,



поэтому их внешнему облику и внутреннему убранству уделялось большое внимание.

В XII веке на севере Руси усилились Новгородская и Псковская вечевые республики. В этих крупных городах строили не только храмы, но и торговые ряды, каменные палаты богатых горожан. Для защиты городов строились мощные фортификационные сооружения - крепостные стены и кремли.

Крупным центром зодчества было Владимиро-Суздальское княжество, в котором во второй половине XII века строились соборы и храмы из известняка. К ним можно отнести Успенский и Дмитриевский соборы в городе Владимир. Вероятно, отсюда и пошло выражение «Русь белокаменная». Отличительной чертой русской архитектуры является ее органическая слитность с окружающим миром и пейзажем. Яркий пример этого храм Покрова-на-Нерли, который находится недалеко от города Владимир.

Большая эпоха в развитии русского зодчества связана со строительством Москвы. В XIV-XV веках вокруг Москвы сформировалось из отдельных княжеств единое русское государство. К этому времени можно отнести большинство построек Московского Кремля с главным памятником, которым является Успенский собор. На территории Кремля находится много великолепных памятников русского зодчества. Например, Архангельский и Благовещенский соборы, Гранитная палата, колокольня Ивана Великого. На Красной площади в честь победы Ивана Грозного над Казанским ханством в 1555 году был заложен храм Василия Блаженного.

Памятники архитектуры Москвы, городов «Золотого кольца», Пскова, Новгорода, Нижнего Новгорода и других городов по праву считаются нашей национальной гордостью.

Особое место в истории строительства занимает деревянное зодчество Севера Руси XVII-XVIII веков, являющееся выражением национального самосознания, так как оно не было подвержено слиянию с другими культурами. На острове Кижи в Онежском крае существует заповедник, в котором собраны образцы уникальных русских построек. Самой значительной является 22-главая Преображенская церковь - подлинный шедевр русского зодчества. Церковь построена без единого гвоздя.

В начале XVIII века Россия развивает торговые и экономические связи с Европой, идет закладка новой российской столицы, которую называют Петербург. Наряду с талантливыми мастерами, которые приехали на строительство из-за границы, активное участие принимают и русские зодчие: М. Земцов, И. Коробов, П. Еропкин. В России в это время активно развивается совершенно новое направление в архитектуре - *русский классицизм*. Это направление стало одной из вершин в развитии русского национального зодчества и одной из ярких страниц мировой архитектуры и градостроительства. В Москве и Петербурге в это время создаются крупнейшие в Европе ансамбли. К ним можно отнести Адмиралтейство, Дворцовую площадь, площадь Искусств, стрелка Васильевского острова и еще много не менее знаменитых архитектурных памятников. В это время в России работает большое количество архитекторов, скульпторов и художников. К ним можно

отнести А. Захарова, К. Росси, А. Воронихина и др. Прославленные творения создают такие архитекторы, как В. Баженов (Дом Пашкова), М. Казаков (Колонный зал Дома Союзов).

Следует отметить, что классицизм в России не стал только признаком столичности. Он получил распространение в губерниях и уездных городах.

К концу XIX-началу XX веков в строительстве начинает преобладать техническая сторона. В это время был уже изобретен цемент, на основе которого производится бетон и железобетон. Большой вклад в развитие железобетона внесли такие профессора, как Н.А. Белелюбский и А.Ф. Лолейту.

После Октябрьской революции перед архитектурой возникли новые задачи, связанные с социализмом, что привело к возникновению такого направления, как *советский конструктивизм*.

Середина 50-х годов является переломным моментом в развитии советской архитектуры. Произошел отказ от излишеств, но это привело к тому, что появилась безликость в архитектуре.

С изменением строя в 90-х годах в России стали проявляться новые тенденции в архитектуре и строительстве, крупные строительные комплексы по большей части прекратили свое существование, но зато многократно возросло строительство домов по индивидуальным проектам, что привело к потребности в производстве новых строительных материалов, в том числе и из местного сырья. Планировка, внешний вид, отделка таких зданий и сооружений имеет различные, а иногда и причудливые формы, в полной мере зависящие от платежеспособности заказчика и фантазии архитектора. Все эти тенденции в ближайшее время сохранятся и будут только развиваться, что приведет к повышению требований к строительным и проектировочным организациям.

Коренные изменения произошли и в инженерном оборудовании зданий: все шире в настоящее время стали применяться системы автоматизированного контроля и учета.

Технический прогресс в строительстве очень важен для рыночной экономики и способствует росту производительности труда, сокращению сроков, снижению себестоимости и улучшению качества строительства.

## 1. Здания и сооружения

### 1.1. Общие сведения о зданиях и сооружениях

Все строения подразделяются на *здания* и *сооружения*. **Зданиями** называют надземные строения, имеющие в своем составе помещения, предназначенные для трудовой деятельности человека и его социально-бытовых нужд - проживания, отдыха и др. Строения, в которых таких помещений нет, называют **инженерными сооружениями** (мосты, эстакады, плотины, дамбы, каналы и др.)

Здания подразделяются в зависимости от назначения на *гражданские* (жилые, общественные) и *производственные*.

К жилым зданиям относятся: дома, в которых расположены квартиры для постоянного проживания, людей, общежития, а также для временного проживания к которым можно отнести гостиницы. К общественным зданиям относятся здания административные, культурно-просветительные, коммунальные, учебные учреждения.

Производственные здания подразделяются на *сельскохозяйственные* и *промышленные*. К сельскохозяйственным зданиям относятся элеваторы, фермы, овощехранилища, теплицы. Промышленные здания предназначены для производства промышленной продукции.

Гражданские здания подразделяются по числу этажей и делятся на *одноэтажные*, *малоэтажные* и *здания смешанной этажности*.

По способу строительства они подразделяются на *сборные*, *монолитные* и построенные *из мелкоштучных материалов*.

По конструктивному исполнению здания делятся на *каркасные*, *бескаркасные* и *с неполным каркасом*.

Сооружения в зависимости от их функционального назначения подразделяются на группы: транспортные, гидротехнические, водоочистные, спортивно-оздоровительные.

Каждое здание и сооружение должно удовлетворять основным требованиям: функциональным, архитектурно-техническим, экономическим.

По функциональным требованиям здание должно наиболее полно удовлетворять своему назначению: полностью соответствовать объемно-планировочным и конструктивным решениям, санитарно-техническому и инженерному оборудованию. Должны соблюдаться воздушная среда, световой и шумовой режим здания.

Технические требования предусматривают необходимую прочность, устойчивость, жесткость и долговечность здания, а также пожарную и взрывобезопасность.

Под **прочностью** здания подразумевают его способность не разрушаться от внешних факторов. Прочность здания обеспечивается прочностью основных конструкций, материалов и надежностью их соединений.

К **устойчивости** здания (сооружения) относится способность сопротивляться опрокидыванию и сдвигу.

К **жесткости** относится неизменность геометрических форм и размеров при действии различных нагрузок.

По **долговечности** здания и сооружения делят на четыре группы: к первой группе относятся здания со сроком службы более 100 лет, ко второй – от 50 до 100 лет, к третьей – от 20 до 50 лет, к четвертой – от 5 до 20. Требуемая долговечность здания обеспечивается выбором для основных конструкций здания строительных материалов, имеющих надлежащую огнестойкость, морозостойкость, влагостойкость и биостойкость.

В зависимости от долговечности и огнестойкости здания и сооружения относят к одному из четырех классов капитальности. Здания и сооружения I класса должны отвечать высоким требованиям, IV – минимальным.

Требованиям экономичности здания должны отвечать на протяжении строительства и при эксплуатации.

## 1.2. Архитектурно-конструктивные элементы здания

Любое здание состоит из архитектурно-конструктивных элементов. Элементы здания подразделяются на *несущие* и *ограждающие*. **Несущие** элементы воспринимают все нагрузки, возникающие в здании (собственную силу тяжести, нагрузки от оборудования). **Ограждающие** элементы здания предназначены для защиты внутренних объемов от атмосферных осадков (снега, дождя, ветра), а также для изоляции одного помещения от другого.

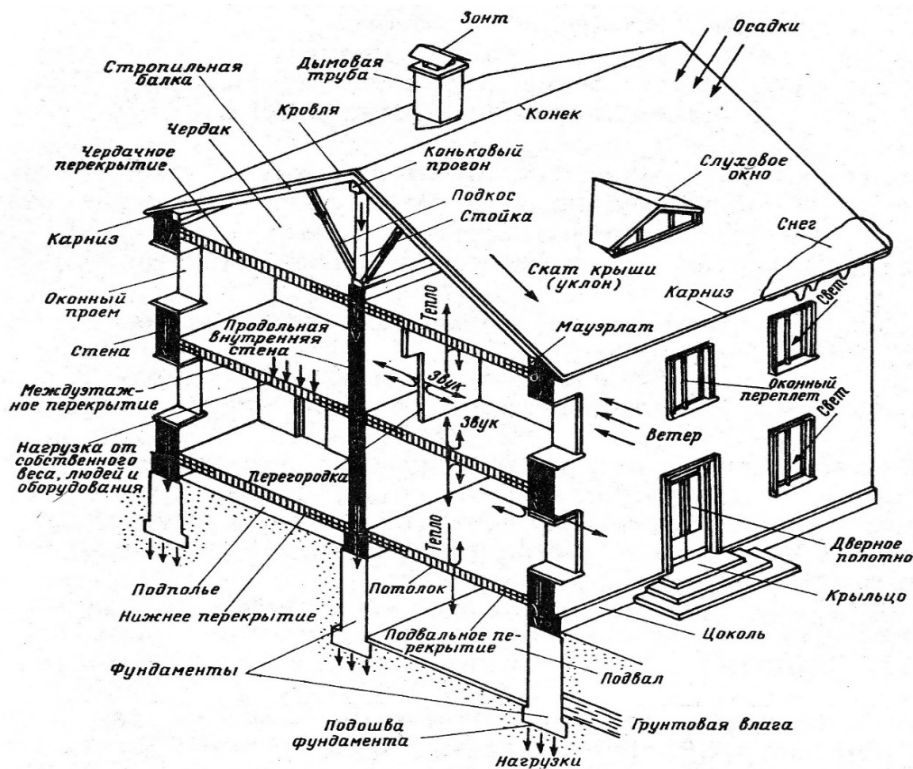


Рис.1. Основные конструктивные элементы здания:

К ограждающим конструкциям относятся наружные и внутренние стены, перекрытия и перегородки, заполнения дверных и оконных проемов. Стены и перекрытия могут выполнять совмещенные функции несущих и ограждающих конструкций.

Основными конструктивными элементами зданий являются фундаменты, стены, перекрытия, кровля, окна, двери и другие (Рис. 1).

**Фундамент** - это часть здания, которая выполняет функции передачи нагрузок от здания и действующих на него сил (снега, ветра) на основание. По конструктивным исполнениям фундаменты бывают *ленточные, столбчатые, сплошные, свайные* (Рис. 2)

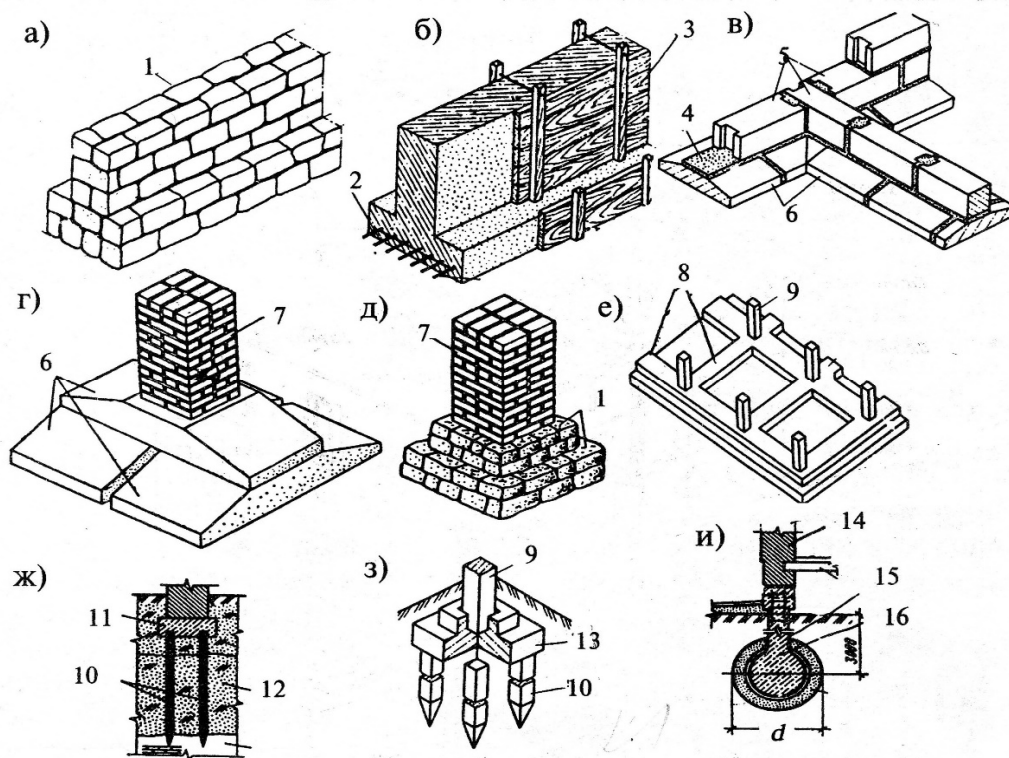


Рис. 2. Типы фундаментов:

*а* - ленточный из бутового камня; *б* - ленточный монолитный; *в* - ленточный из сборных элементов; *г, д* - столбчатые; *в* - в виде монолитной железобетонной плиты; *ж, з, и* - на забивных.

*1* - природный камень, *2* - арматура, *3* - опалубка, *4* - раствор, *5* - стеновые блоки, *б* - блоки-подушки, *7* - кирпичный столб, *8* - железобетонные перекрестные листы, *9* - колонны, *10* - забивные сваи, *11, 13* - ростверк, *12* - грунт, *14* - стена, *15* - ствол сваи, *16* - уширение сваи

**Ленточные фундаменты** выполняются в виде непрерывной ленты из монолитных или сборных элементов (Рис. 2, а, б, в). Сборные элементы фундаментов изготавливают в виде блоков-подушек и стеновых блоков (Рис. 2, в, г). Укладывают их на выровненную поверхность грунта или подготовку из

песка, щебня или бетона. Стеновые блоки устанавливаются на блоки-подушки на цементном растворе (Рис. 2, в).

**Столбчатые фундаменты** - компактные опорные конструкции, передающие сосредоточенную нагрузку. Такие фундаменты обычно устраивают под каркасными зданиями, а также под отдельно стоящими колоннами, мачтами, столбами (Рис. 2, г, д).

В зависимости от способа и технологии возведения фундаменты проектируются *сборными* или *монолитными*.

Конструктивно сборные фундаменты состоят из одного железобетонного блока стаканного типа или из блока-стакана и плиты, на которую он опирается (или несколько плит). В верхней части блока-стакана есть гнездо для заделки нижней части колонны. Верх фундаментов, как правило, располагается на 150 мм ниже отметки покрытия пола, что позволяет выполнить засыпку котлована и бетонную подготовку до монтажа колонн.

**Сплошные фундаменты** (Рис. 2, е) устраивают в виде монолитной сплошной или ребристой плиты под всем зданием. Такие фундаменты строятся при больших нагрузках, а также при слабых или неоднородных грунтах.

**Свайные фундаменты** (Рис. 2, ж, з, и) устанавливают под зданиями или сооружениями различного назначения при строительстве на слабых грунтах или при распределении больших нагрузок. Основными элементами свайных фундаментов являются сваи и ростверки. Сваи бывают *забивные* и *буронабивные*.

К забивным сваям относят готовые элементы, которые изготавливаются на заводах. Позже осуществляется забивка этих свай копрами (машинами для забивки свай). Набивные сваи изготавливают непосредственно на объекте.

Стены подразделяются на *наружные* и *внутренние*. Наружные стены предназначены для ограждения помещений от внешней среды и обеспечивают в нем необходимый температурный и влажностный режим. Внутренние стены (перегородки) разделяют здание на отдельные помещения.

Стены подразделяются следующим образом: *несущие*, *самонесущие*, *навесные* (Рис. 3).

По материалам, из которых они изготовлены: *кирпичные*, *панельные*, *блочные*, *из листовых материалов*.

По способу возведения - на *сборные* и *монолитные*, по расположению на здании - на *наружные* и *внутренние*, по теплотехническим свойствам - на *утепленные* и *неутепленные*.

Несущие стены выполняют одновременно несущие и ограждающие функции. Кроме собственной силы тяжести, они воспринимают нагрузки от перекрытий, а также от атмосферных осадков (ветра, дождя). Такие стены выполняются, как правило, из кирпича и блоков ячеистого бетона при строительстве небольших бескаркасных зданий, а также при строительстве зданий с неполным каркасом.

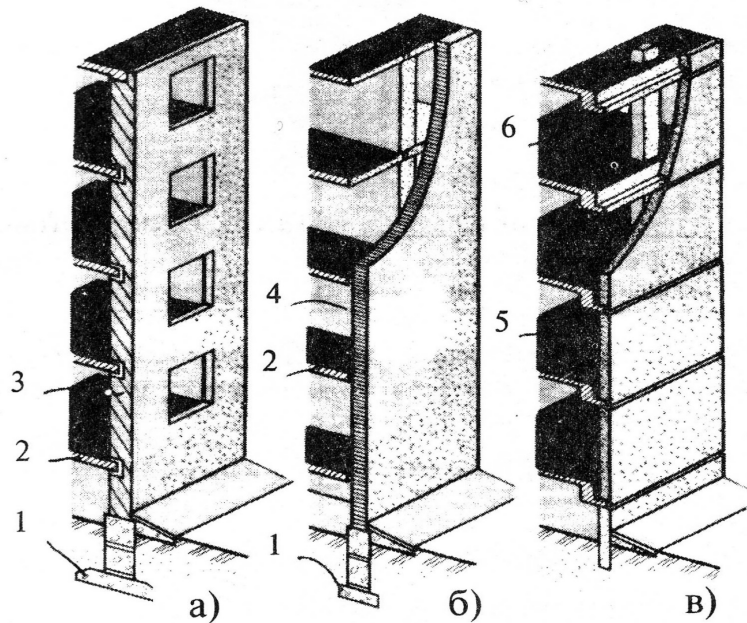


Рис. 3. Виды наружных стен:

*а - несущие, б - самонесущие, в - навесные;*

*1 - фундамент, 2 - плита перекрытия, 3 - стена несущая, 4 - стена самонесущая, 5 - навесные панели стены, 6 - колонна*

Самонесущие стены не воспринимают нагрузки от перекрытий или технологического оборудования. При строительстве таких стен используют навесные панели из блоков, а их вес и давление от ветра передаются на фундаменты через фундаментные балки. К колоннам стеновые панели крепят анкерными связями (Рис. 4).

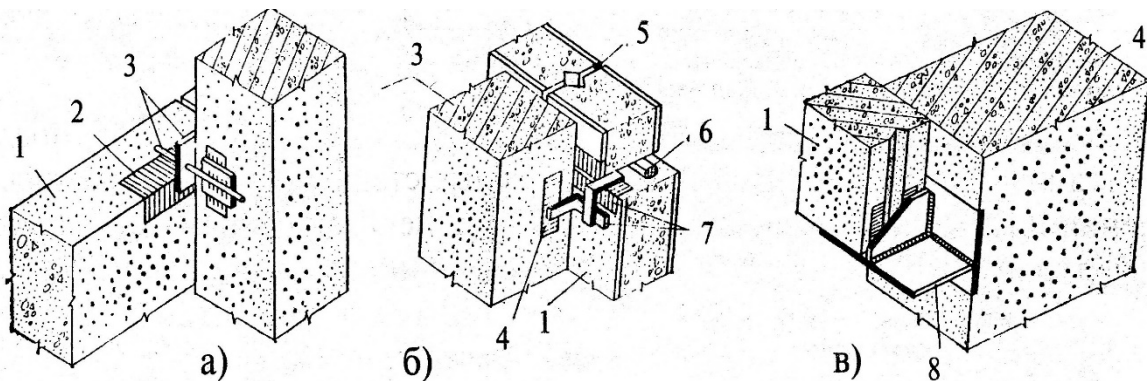


Рис. 4. Крепление панелей к колоннам:

*а - с помощью стержней с накладками, б - сцепом их двух уголков, в - с помощью монтажного столика;*

*1 - стеновая панель, 2 - закладная панель, 3 - стержень с накладкой, 4 - колонна, 5 - герметизирующая мастика, 6 - упругая прокладка, 7 - сцеп из уголков, 8 - монтажный столик, приваренный к закладной детали колонны*

Навесные стены выполняют, как правило, ограждающие функции. Их вес полностью передается через колонны на фундаменты. При строительстве таких

стен применяют крупноразмерные панели, а также металлические и асбестоцементные листы.

Стеновые конструкции в зависимости от характера их работы опираются на ленточные фундаменты или фундаментные балки. Под наружные стены фундаментные балки располагают с наружной стороны колонны, под внутренние - между колоннами по продольной разбивочной оси.

По верху балок устраивают горизонтальную гидроизоляцию из цементного раствора и одного-двух слоев гидроизоляционного материала. Основными элементами стены являются *цоколь, простенок, перемычка, карниз, парапет, пилястры* (Рис. 5).

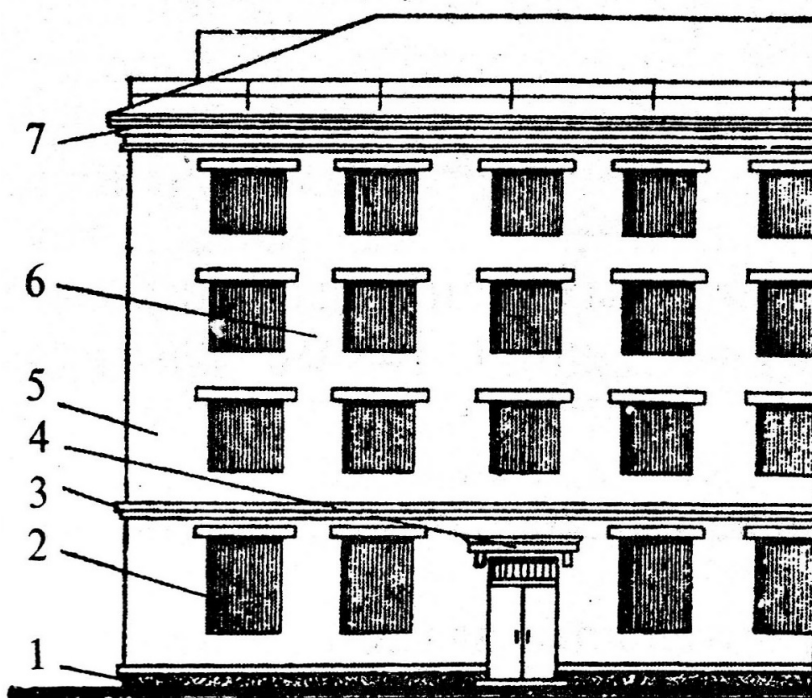


Рис. 5. Основные элементы стены:

1 - цоколь, 2 - оконный проем, 3 - промежуточный карниз, 4 - карниз над дверным проемом, 5 - угловой простенок, 6 - простенок, 7 - венчающий карниз

**Карнизом** является горизонтальный профилированный выступ стены, который служит для отвода от поверхности атмосферных осадков. Для устройства карнизов применяют тот же материал, из которого изготавливают стены. Карниз, расположенный по верху стены, называют *главным* или *венчающим*. Кроме главного карниза, наружная стена может иметь *промежуточный* карниз или *поясок*.

**Цоколь** - нижняя часть наружной стены под фундаментом до уровня пола первого этажа. Цоколь предохраняет нижнюю часть здания от атмосферных осадков и от механических повреждений, его делают из водо- и морозостойких материалов.

**Простенок** - часть здания, которая расположена между проемами.

**Перемычка** - участок стены, который расположен над окнами, дверными или другими проемами.



**Парапет** - часть стены, расположенная выше кровли. Верхнюю часть парапета отделывают оцинкованным железом или бетонными парапетными плитами.

**Пилястры** - узкие вертикальные утолщения в стенах. Их устраивают в местах опирания на стены элементов перекрытий или покрытий. Во всех зданиях по периметру располагаются отстопки, предназначенные для отвода от стен атмосферной воды. Ширину отстопок делают 0,7-1,0 метр, с уклоном 3 %.

Чтобы исключить деформацию, возникающую в зданиях большой длины или ширины и состоящую из нескольких объемов различной высоты и нагрузок, между наружными стеновыми панелями устраивают продольные и поперечные деформационные швы. В зависимости от назначения деформационные швы бывают *температурными* и *осадочными*.

**Температурные швы** устраивают в наружных стенах зданий большой длины в продольном и поперечном направлениях здания. Такими швами разрезают стену от верха фундамента до карниза. Расстояние между швами определяют при проектировании с учетом расчетной зимней температуры, материала стен. Участок здания между температурными швами называют **температурным блоком**.

**Осадочные швы** устраивают при строительстве зданий на неоднородных грунтах. Такими швами разрезают не только наружную стену, но и весь фундамент. Их устраивают во внутренних стенах, перекрытиях и по крыше. Осадочный шов может выполнять функции температурного шва. В таких швах прокладывают два слоя гидроизоляционного материала, который облегчает взаимное скольжение двух стен при неравномерной осадке. В зданиях с железобетонным и металлическим каркасом в местах деформационных швов устанавливают парные колонны. Если швы температурные, то колонны можно опирать на общий фундамент, если швы осадочные, то только на отдельные.

**Перегородки** - это несущие внутренние вертикальные ограждения, которые разделяют здание на смежные помещения. Под перегородки не требуется устраивать фундаменты, они могут опираться на междуэтажные перекрытия.

**Перекрытия** - это горизонтальные конструкции, которые разделяют внутренние пространства здания на этажи, воспринимают основные нагрузки, которые возникают при эксплуатации здания. Кроме того, они выполняют роль горизонтальной диафрагмы жесткости. Перекрытия классифицируют по следующим признакам:

По расположению

- *междуэтажные*
- *подвальные* (между 1 этажом и подвалом)
- *нижние* (между 1 этажом и подпольем)
- *чердачные*

По конструктивному решению

- *балочные*
- *безбалочные*

По материалу

- *железобетонные*
- *керамические*

По способу выполнения работ

- *сборные*
- *монолитные*
- *сборно-монолитные*

Монолитные перекрытия, в отличие от сборных, изготавливают на месте их применения. В строительной практике применяют три вида монолитных перекрытий: *балочные*, *кессонные* (ребристое), *безбалочные*. Сборно-монолитные перекрытия представляют собой сочетание этих двух видов - в них балки, как правило, выполняют монолитными, а плиты - сборными.

**Пол** - это конструкция, которая устраивается на грунте или перекрытии. Верхний элемент пола называется **покрытием**.

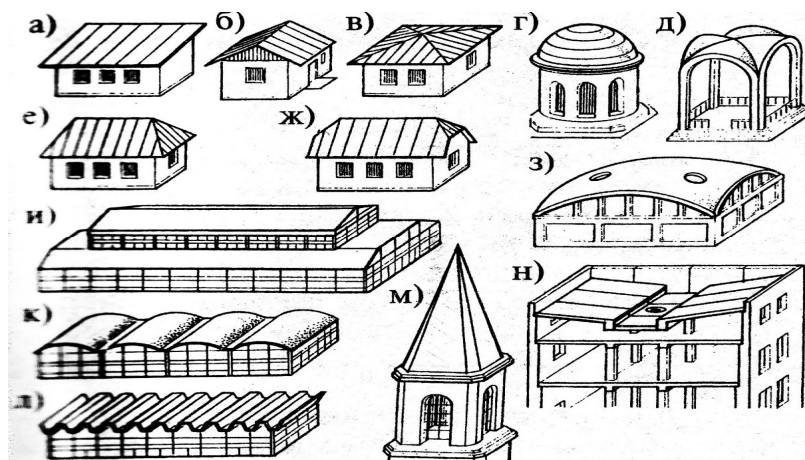


Рис. 6. Формы крыш:

*а - односкатная, б - двухскатная, в - шатровая, г - куполообразная, д - крестовая, е - четырехскатная (вальмовая), ж - полувальмовая, з - сферическая оболочка, и - двухскатная с фонарем, к - сводчатая, л - штилеобразная, н - с внутренним водостоком*

Покрытие здания состоит из крыши и чердачного перекрытия. Крыша защищает здание от атмосферных воздействий. Водонепроницаемая часть крыши называется **кровлей**.

Пространство между крышей и верхним перекрытием называют **чердаком**. В случае, когда чердачное перекрытие совмещено с крышей, оно образует бесчердачное покрытие.

Крыши бывают с водостоком и без него. При строительстве промышленных зданий крышу в большинстве случаев совмещают с покрытием. В этом случае в качестве несущих элементов используют фермы, балки, настилы. Наклонные поверхности крыши называются **скатами**.

Плоские покрытия выполняют с уклоном 2%. При больших уклонах покрытий чердачные пространства используются под жилые помещения - **мансарды**.

Лестницы предназначены для сообщения между этажами и эвакуации.

**Окна** выполняют роль светопрозрачных ограждений. Их подразделяют по следующим признакам:

По конструкции заполнения оконных проемов

- *с переплетами*
- *без переплетов*

По типу оконных проемов

- *отдельные*
- *ленточные*
- *сплошные*

По материалу, из которого выполнены оконные переплеты

- *металлические*
- *деревянные*
- *железобетонные*
- *пластмассовые*

По материалу заполнения

- *остекление обычными стеклами*
- *остекление специальными стеклами*
- *остекление стеклоблоками*
- *остекление стеклопакетами*

По конструкции створок

- *глухие*
- *открывающиеся*

**Ворота** промышленных зданий служат для проезда транспортных средств и железнодорожных платформ. Устраиваются они, как правило, в торцевых и продольных стенах. Двери, окна и ворота являются ограждающими конструкциями и служат для соединения смежных помещений.

### 1.3. Схемы конструкций гражданских зданий

Стены гражданских зданий выполняются из кирпича, природных и искусственных камней, блоков. Они бывают *монокотными* или *полносборными*. При строительстве полносборной конструкции применяют крупные блоки и панели, а также объемные блоки. В зависимости от места расположения вертикальных и горизонтальных элементов здания существуют различные конструктивные схемы гражданских зданий, которые подразделяются на *бескаркасные*, *каркасные* и *с неполным каркасом* (Рис. 7).

В бескаркасных зданиях нагрузки от междуэтажных перекрытий воспринимаются несущими этажами. Несущие стены располагают вдоль или поперек здания.

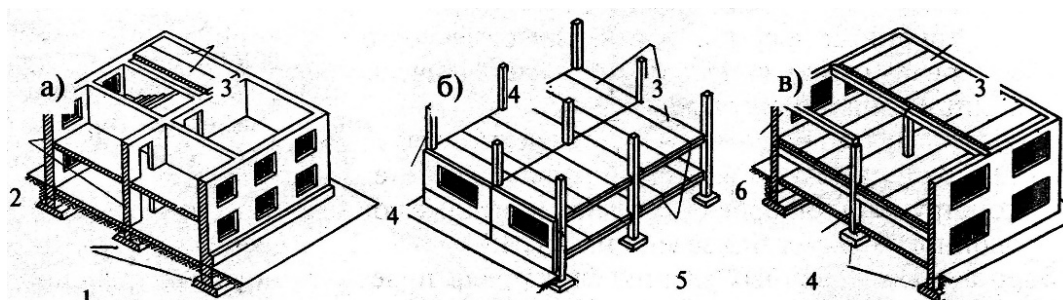


Рис. 7. Конструктивные схемы зданий:

*а - бескаркасные, б - каркасные, в - с неполным каркасом*  
 1 - фундаменты, 2 - наружные стены, 3 - плита перекрытия, 4 - колонны, 5 - ригели,  
 6 - стеновые панели

При конструктивной схеме с продольными несущими стенами перекрытия опираются на наружные и внутренние стены. В том случае, когда несущими являются поперечные стены, наружные продольные стены нагрузки от перекрытий не воспринимают, так как они являются самонесущими.

При смешанной схеме перекрытия опираются на продольные и поперечные стены. С поперечными несущими стенами чаще строят жилые крупноблочные здания, а продольными несущими - общественные здания.

При строительстве крупнопанельных жилых зданий несущие поперечные стены располагают с узким, широким или смешанным шагом.

Каркасные здания бывают с *полным* и *неполным каркасом*. С полным каркасом обычно строят многоэтажные общественные и административные здания. При полном каркасе колонны устанавливают во всех точках пересечения продольных и поперечных осей. При этой схеме наружные стены являются самонесущими, а нагрузки от междуэтажных перекрытий передаются на ригели (балки), которые укладываются на консоли колонны или кирпичный столб.

При неполном каркасе по наружным продольным осям колонны не устанавливают. Их устанавливают только по внутренним продольным осям. В этом случае в здании с двумя пролетами ригель опирается одним концом на

стену, а другим на консоль колонны. В зависимости от ширины здания пролетов может быть не два, а больше.

#### 1.4. Строительство зданий из сборного железобетона

Промышленные здания из сборного железобетона подразделяются на следующие виды:

По числу пролетов

- *однопролетные*
- *многопролетные*

По расположению внутренних опор

- *пролетные*
- *ячейковые*
- *зальные*
- *комбинированные*

В пролетных зданиях ширина пролетов от 12 до 36 метров преобладает над шагом опор в 6 или 12 метров, технологические процессы направлены вдоль пролета и обслуживаются кранами.

В ячейковых зданиях преобладает квадратная сетка опор (12x12, 18x18, 24x24, 30x30, 36x36 м). В таких зданиях размещают технологические линии во взаимно перпендикулярных направлениях.

Зальные здания имеют большие пролеты (60... 100 м и более). В таких зданиях устанавливают большеразмерное оборудование и выпускают крупногабаритную продукцию. Здания зального типа перекрывают пространственными конструкциями. Здания комбинированного типа представляют собой сочетание зданий пролетного и ячейкового типа.

Каркасы одноэтажных промышленных зданий делают железобетонными, металлическими и смешанными.

Железобетонный каркас выполняют сборным или монолитным. Основные элементы таких каркасов: колонны, заделанные в фундамент, несущие конструкции покрытий (балки, фермы), а также фундаментные, подкрановые, обвязочные балки. В зданиях большой протяженности устанавливают температурные швы. Для промышленных зданий, как правило, применяют сборный железобетонный каркас из унифицированных элементов: фундаментов, колонн, фундаментных и подкрановых балок, ферм и плит покрытия.

Фундаменты под колонны устанавливают на песчаную или бетонную подготовку толщиной не менее 100 мм. Блоки укладывают на сборные плиты по слою цементного раствора. Отдельностоящие фундаменты в плане имеют квадратную или прямоугольную форму. Длинной стороной прямоугольные элементы сборных фундаментов располагают по поперечным осям здания.

Самонесущие стены устанавливаются по фундаментным балкам. Их выполняют, как правило, из сборных элементов. Колонны применяют одноветвевые сплошные прямоугольного и двутаврового сечения, сквозные двухветвевые, Г - образные и Т - образные. По роли, выполняемой в составе каркаса, колонны подразделяются на основные, воспринимающие все основные нагрузки, и фахверковые, служащие для восприятия массы наружных ограждающих конструкций и ветровых нагрузок.

Колонна, устанавливаемая в крановых пролетах, состоит из двух частей — надкрановой и подкрановой. Надкрановая часть колонны располагается выше консоли. Она предназначена для опирания несущей конструкции покрытия и называется **надколенником**. Подкрановая часть колонны служит для передачи нагрузок на фундаменты от надколенника и подкрановых балок. Двухветвевые колонны применяют в зданиях высотой более 10 м.

**Фахверк** состоит из вертикальных стоек, которые опираются на самостоятельный фундамент. При устройстве стеновых ограждений из асбестоцементных волнистых или стальных профилированных листов между колоннами ставят дополнительные распорки и стойки.

Подкрановые балки являются продольными элементами каркаса и служат для укладки по ним рельсовых путей под мостовые краны.

Железобетонные подкрановые балки подразделяют по следующим признакам:

По способу изготовления

- *сборные*
- *монолитные*

По конструкции

- *сплошные*
- *составные*

По форме поперечного сечения

- *тавровые*
- *двутавровые*

По расположению вдоль кранового пути

- *средние*
- *крайние, располагаемые у температурных швов и у торцов зданий*

Подкрановые балки изготавливаются длиной 6 и 12 метров, высотой 800, 1000, 1400 мм и шириной полок 550, 600, 650 мм. Крепление подкрановых балок производится с помощью сварки и анкерных болтов. Кроме того, для большей устойчивости подкрановые балки с помощью стальных пластин прикрепляют к закладным элементам надколенника.

Обвязочные балки служат для опирания на них кирпичных и мелкоблочных стен в местах перепада высот зданий. Их можно устраивать также над оконными проемами, где они выполняют роль перемычек. Сечение обвязочных балок прямоугольное для стен толщиной 250 мм, прямоугольное с четвертью для стен толщиной свыше 250 мм. Балки опирают на опорные столики и крепят к ним с помощью сварки. Кроме того, обвязочные балки дополнительно с помощью соединительных планок закрепляют с закладными элементами колонны.

Конструкции покрытий в современном строительстве применяют *плоскостные* и *пространственные*. Плоскостные покрытия состоят из несущих и ограждающих конструкций. Несущие элементы выполняют в виде балок, ферм, арок, на которые опирают плиты покрытия.

Примером пространственных покрытий являются оболочки, складки, купола, висячие системы. В таких покрытиях несущие и ограждающие конструкции работают как единое целое. Для каждого вида несущих железобетонных конструкций плоскостных покрытий есть область рационального применения.

Железобетонные балки (односкатные, двухскатные, с параллельными поясами) применяют при пролетах 6, 9, 12, 18 м. Односкатные и двухскатные балки пролетом 6, 9, 12 м устанавливают только с шагом колонн 6 м, а балки пролетом 18 м - с шагом 6 и 12 м. Для придания покрытию уклона односкатные балки устанавливают на колонны разной высоты. Балки с параллельными поясами применяют в покрытиях с плоской кровлей при пролетах 12 и 18 м, при шаге колонн 6 и 12 м. Для перекрытия пролетов 18, 24 и 30 м чаще всего применяют *стропильные фермы* (Рис. 8). Их устанавливают с шагом 6 и 12 м. В зависимости от очертания верхнего пояса различают следующие виды ферм: *сегментные*, *арочные безраскосные*, *безраскосные с рожками* для устройства плоских покрытий, *с параллельными поясами*.

Подстропильные балки и фермы предназначены для опирания стропильных балок или ферм, когда шаг колонн превышает шаг несущих конструкций покрытия. Подстропильные балки и фермы применяют пролетом 12 м, а в отдельных случаях и 18 м. Применение подстропильных конструкций позволяет уменьшить число колонн и использовать плиты длиной 6 м. Подстропильные балки или фермы укладывают непосредственно на колонны, установленные в средних рядах по продольным осям зданий. К колоннам каркаса подстропильные фермы крепят путем сварки закладных деталей.

Для опирания стропильных балок (ферм) на подстропильные в середине пролета на нижней полке подстропильной фермы имеются банкетки. Соединение стропильных и подстропильных ферм и балок между собой производится путем сварки закладных деталей. Железобетонные фермы могут быть цельными и составными, состоящими из двух полуферм. С помощью таких оболочек можно перекрывать сооружения пролетов 100 м и более.

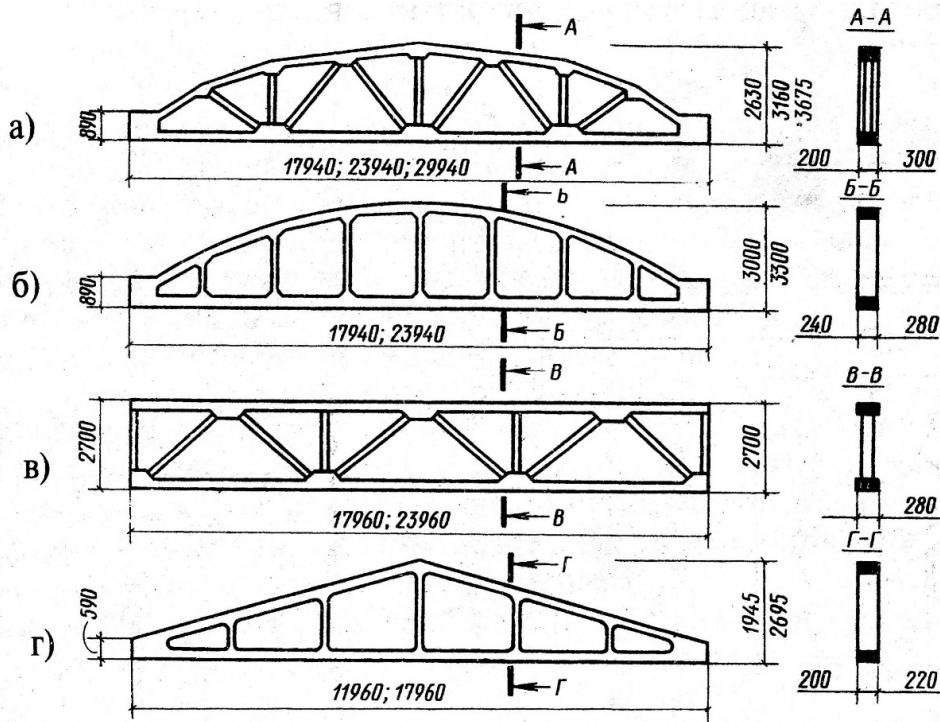


Рис. 8. Железобетонные стропильные фермы покрытий:

*а - сегментная раскосная, б - арочная безраскосная, в - с параллельными поясами, г - треугольные*

Настилы покрытий в промышленных зданиях обычно устанавливают из ребристых плит размером 1,5х6; 3х6; 1,5х12 м. Плиты укладывают на верхний пояс фермы и приваривают к нему. Стыки между плитами заделывают цементным раствором или бетоном. Широкое применение находят железобетонные ребристые настилы типа 2Т, а также тонкостенные сводные настилы типа КЖС. Применение покрытий из крупноразмерных элементов позволяет значительно сократить число сваренных стыков, длину швов замоноличивания, а также расход железобетона.

## 1.5. Здания из сборного железобетона

Многоэтажные здания, как правило, имеют каркасную конструкцию с самонесущими и навесными стенами (Рис. 9).

Для строительства таких зданий применяют типовые секции. Сетка колонн таких зданий 6х6, 6х9, 12х6 м. Железобетонные каркасы бывают сборными и монолитными (балочными и безбалочными).

Балочные каркасы по характеру работы подразделяются на три типа: *рамные, связевые, рамно-связевые* (Рис. 10).

В рамном каркасе ригели перекрытий располагаются в продольном и поперечном направлениях и соединяются с колоннами жесткими узлами.



Рамный каркас наиболее прочный и жесткий, но его конструкция более сложная.

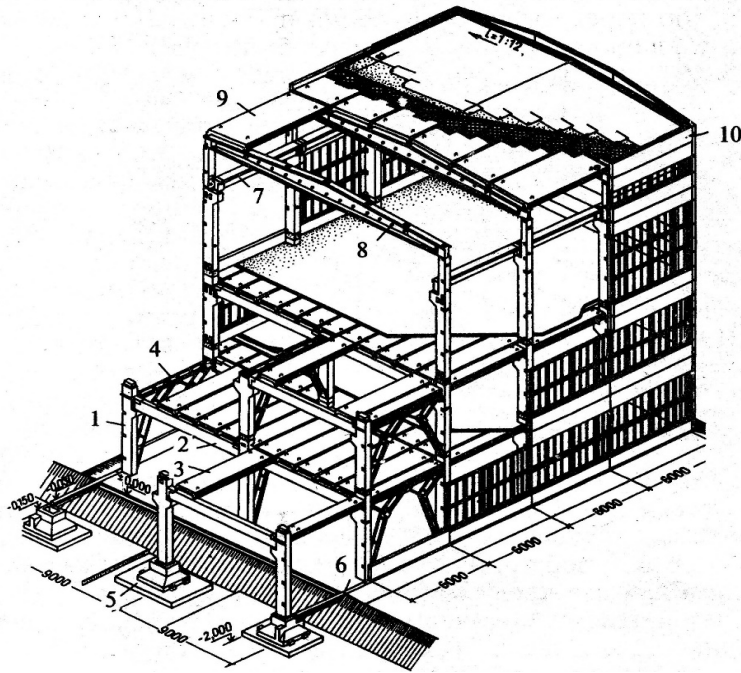


Рис. 9. Основные конструктивные элементы многоэтажного каркасного здания:

1 - колонна, 2 - ригель, 3 - плита перекрытия, 4 - вертикальные стальные связи,  
5 - фундамент, 6 - фундаментная балка, 7 - подкрановая балка, 8 - балка,  
9 - плита покрытия, 10 - стеновая панель

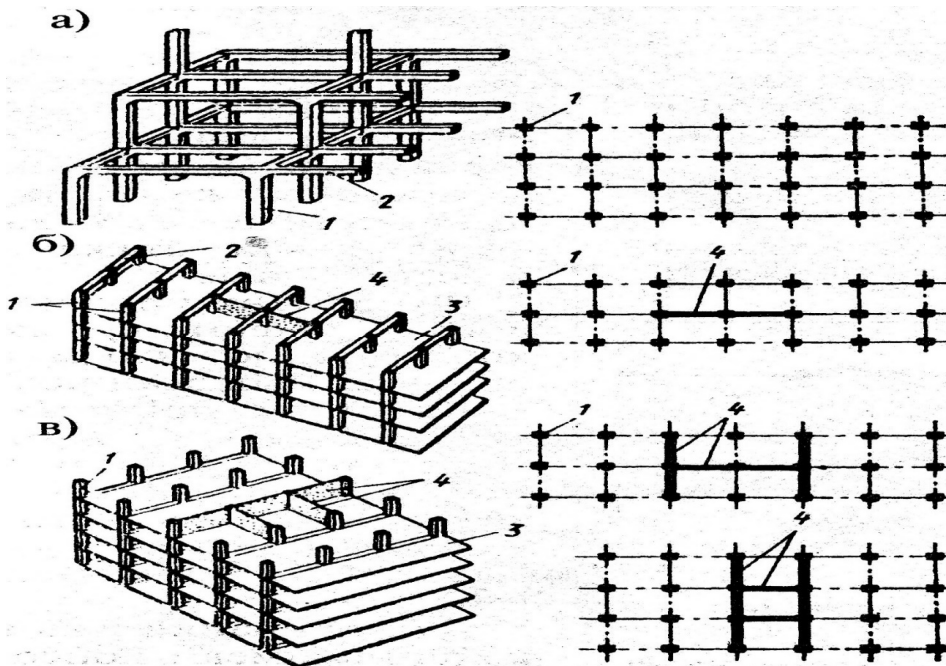


Рис. 10. Конструктивные схемы каркасов:

а - рамная, б, в - рамно-связевая,  
1 - колонна, 2 - ригель, 3 - жесткий диск перекрытия, 4 - диафрагма жесткости

Такой каркас чаще выполняют монолитным при строительстве зданий, в которых не допускаются вертикальные связи жесткости (по планировочным решениям) или в зданиях, которые подвергаются динамическим нагрузкам.

При связевом каркасе соединение ригелей и колонн шарнирное. Для восприятия горизонтальных и вертикальных нагрузок применяют диафрагмы и связи жесткости, которые располагают как в поперечном, так и в продольном направлениях. Необходимая жесткость связевого каркаса в горизонтальном направлении обеспечивается путем соединения между собой плит перекрытия, а в вертикальном – постановкой металлических конструкций (связи жесткости) или специальных железобетонных перегородок (диафрагм жесткости).

В рамно-связевом каркасе предусматривают в одном направлении рамы с жестким креплением ригелей к колоннам, в другом - вертикальные связи жесткости. Поперечная устойчивость обеспечивается жесткостью поперечным рам, продольная – вертикальными стальными связями. Основными элементами такого каркаса являются фундаменты, фундаментные балки, колонные, ригели и плиты перекрытия, вертикальные связи жесткости.

По типу несущих конструкций железобетонные каркасы подразделяют на *стоечно-балочные, стоечно-балочные с увеличенным пролетом верхнего этажа, большепролетные с межферменными этажами и безбалочные.*

Фундаменты под колонны имеют ту же конструкцию, что и в одноэтажных зданиях.

Колонны принимают сечением 40х40, 60х60, двух- и трехэтажные разрезки, высотой на два и три этажа и поэтажные высотой на один этаж.

Для опирания балок колонны имеют консоли: колонны средних рядов – две, крайние – одну, колонны нижних этажей устанавливают в стаканы на глубину 0,6 и 1 м.

Верх фундаментов располагают на 150 мм ниже уровня покрытия пола первого этажа.

Стыки колонн устанавливают на высоте 600 - 1000 мм от плоскости плит перекрытий. Колонны устанавливают на центрирующей прокладке, соединяют между собой, сваривая их закладные элементы или накладки. Колонны изготавливают из бетона класса В25-40.

Балки междуэтажных перекрытий (ригели) изготавливают с полками для опирания плит и прямоугольного сечения без полок. Для пролетов 6 и 9 м применяют ригели прямоугольного и таврового сечения, а для пролетов величиной 12 м – только прямоугольного сечения с полками и без них.

В зданиях с балочными перекрытиями ригели, как правило, устанавливают на консоли железобетонных колонн и соединяют с ними сваркой из опорных закладных деталей (Рис. 11).

При бесконсольном сопряжении ригель соединяют с колонной с помощью стержневых выпусков арматуры, опорных монтажных столиков. Применяют и другие решения, но при каждом из них обетонирование узла сопряжения является обязательным.

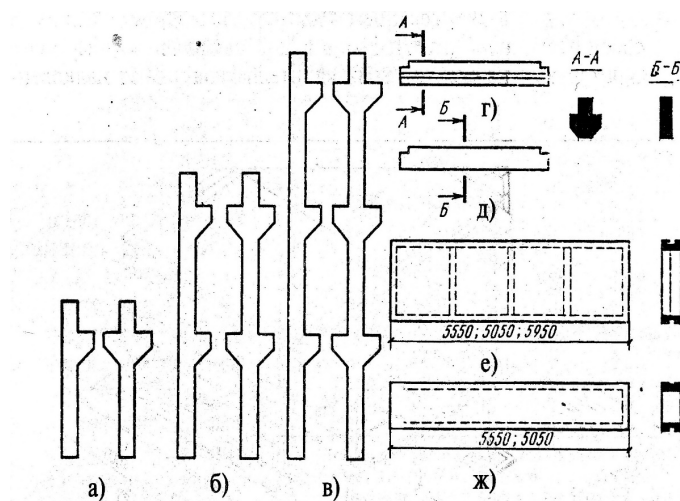


Рис. 11. Унифицированные сборные элементы балочного железобетонного каркаса колонны:

*Унифицированные сборные элементы балочного железобетонного каркаса колон:*

*а - на один этаж, б - на два этажа, в - на три этажа;  
ригели г - с полками, д - прямоугольные плиты перекрытия,  
е, ж - ребристые*

Плиты перекрытий применяют двух типов – *ребристые* и *плоские с пустотами*. В большинстве случаев применяют ребристые плиты.

В зависимости от ширины, плиты подразделяют на основные, шириной 0,9; 1,2; 1,5 м и доборные (пристенные), шириной 740 мм. Доборные плиты укладывают у наружных продольных стен. Их также укладывают у торцов зданий и у деформационных швов. Основные плиты опирают поверх железобетонных ригелей или на их полки, а доборные – на опорные металлические столики, приваренные к закладным деталям колонн.

Плиты перекрытия крепят к ригелям и между собой путем сварки их закладных деталей. Для повышения жесткости перекрытия и здания в целом швы (пазухи) между ребрами смежных плит и верхней частью ригеля армируют и всегда замоноличивают бетоном на мелкой фракции щебня.

Железобетонный каркас с безбалочным перекрытием используют преимущественно при строительстве холодильников, предприятий пищевой промышленности и других объектов, где предъявляются повышенные требования к чистоте.

Безбалочные каркасы применяют двух типов: в первом типе надколенные плиты располагают в двух направлениях, а во втором – только в одном. Основными элементами безбалочного каркаса являются фундамент, колонны с капителями, надколенные и пролетные плиты (Рис. 12).

Колонны применяют высотой 4, 8, 6 м с сечением 400x400 и 500x500 мм.

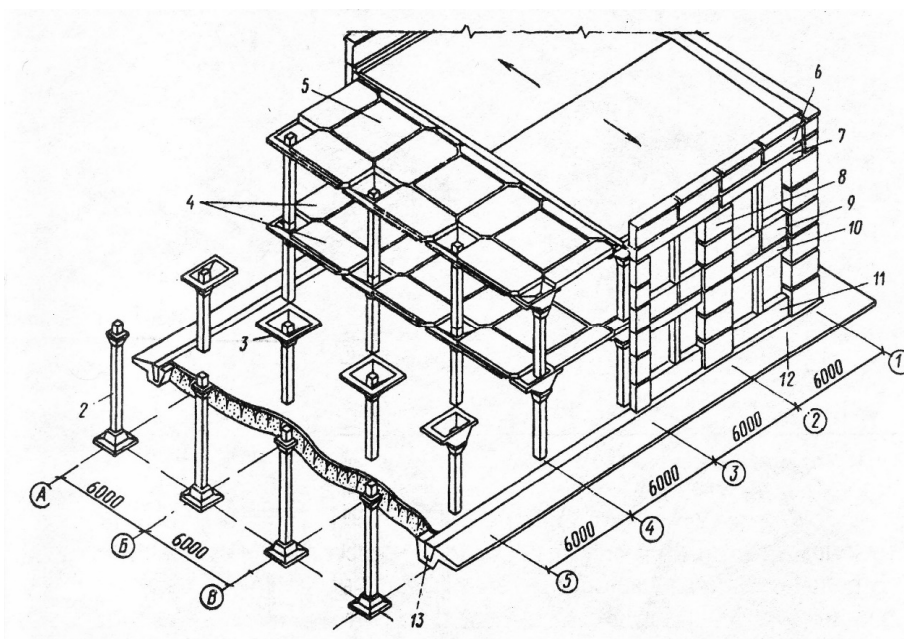


Рис. 12. Многоэтажное здание с безбалочным каркасом:

1 - фундамент, 2 - колонна, 3 - капитель, 4 - надколонная плита, 5 - пролетная плита, 6 - карнизные блоки, 7, 10 - перемычные, 8 - простеночные блоки, 9 - подоконные блоки, 11 - цокольные блоки, 12 - отмостки, 13 - фундаментная балка

**Капители** представляют собой усеченную квадратную пирамиду с отверстием посередине, опирающуюся на колонны. На капители укладывают надколонные плиты. Все элементы железобетонного каркаса соединяют между собой сваркой их закладных элементов.

## 1.6. Металлические конструкции зданий

Металлические конструкции применяют при возведении несущих каркасов одноэтажных и многоэтажных зданий.

Конструктивная схема стального каркаса не отличается от конструктивных схем железобетонного.

Металлические конструкции в одноэтажных зданиях допускается применять в следующих случаях: при пролетах 30 м и более, высоте здания более 14,4 м, значительных крановых нагрузках, в зданиях с большими динамическими нагрузками, а также в неотапливаемых зданиях с асбестоцементной кровлей.

Металлические конструкции применяют в основном в виде решетчатых, где отдельные элементы работают на растяжение или сжатие, а конструкция целиком работает на изгиб (ферма, колонна). Для изготовления металлических конструкций применяют уголки равнополочные, двутавры, швеллеры, трубы, гнутые профили и другие. Для соединения элементов металлических конструкций применяют электросварку.

Одноэтажные здания с металлическими каркасами строят одно-, двух- и многопролетными с пролетами 18, 24, 30 и 36 м и шагом колонн 6 и 12 м. Такие здания состоят из несущего каркаса, наружных стен и покрытия (Рис. 13).

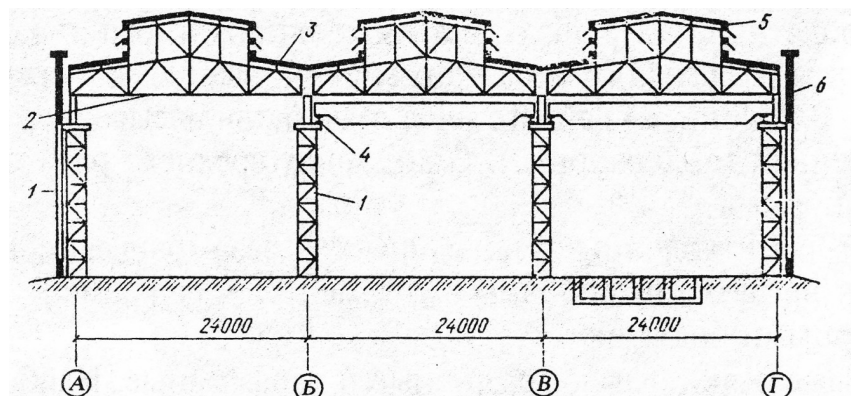


Рис. 13. Разрез одноэтажного здания со стальным каркасом:

1 - колонна, 2 - ферма, 3 - плиты покрытий, 4 - подкрановая балка, 5 - фонарное устройство, 6 - стеновые панели

Стены выполняют только ограждающую функцию. Основу каркаса одноэтажных зданий составляют колонна, стропильные и подстропильные фермы, подкрановые балки и фахверк. Колонны одноэтажных промышленных зданий подразделяются на следующие виды:

По характеру работы

- *центрально сжатые*
- *внецентренно сжатые*

По конструктивной форме стержня

- *постоянного сечения*
- *переменного сечения (ступенчатые)*

По типу сечений

- *сплошные*
- *сквозные*

По месту положения

- *колонны крайних рядов*
- *колонны средних рядов*

Основными элементами колонн постоянного сечения в крановых зданиях являются: стержень, база, подкрановая консоль, оголовок.

Для опирания подстропильной фермы на колонну в ее верхней части устанавливают надопорную стойку. Колонны бокового ряда имеют одну консоль, а среднего – две (Рис. 14).

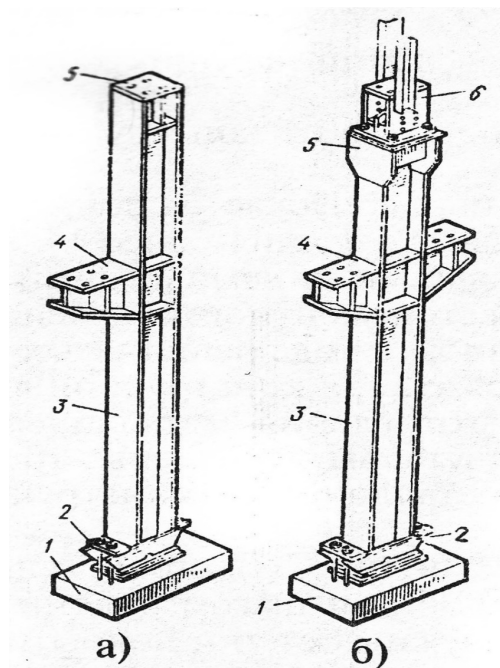


Рис. 14. Стальные колонны постоянного сечения для крановых зданий:

*а - для крайнего ряда, б - для внутреннего ряда  
1 - фундамент, 2 - база, 3 - стержень, 4 - подкрановая консоль, 5 - оголовок,  
6 - надпорная стойка (при стропильных фермах)*

Металлические колонны опирают на монолитные железобетонные фундаменты.

В поперечных конструкциях каркаса применяют следующие колонны: постоянного сечения с консолью, сплошные переменного сечения, решетчатые и раздельного типа (Рис. 15).

Стержни пристенных колонн переменного сечения состоят из двух ветвей: *внутренней подкрановой* и *наружной шатровой*. В цехах с тяжелой нагрузкой высотой до 18 м применяют колонны раздельного типа. Крановую и шатровую стойку таких колонн соединяют с помощью планок.

Подкрановую часть двухветвевых колонн выполняют из прокатных швеллеров или двутавров, или гнутых швеллеров и двутавров прокатных, а верхнюю часть в виде прокатного или составного двутавра. Колонны раздельного типа применяют в зданиях с тяжелыми мостовыми кранами. В колоннах крайнего ряда одна ветвь называется наружной, другая – внутренней (подкрановой). В колоннах среднего ряда обе ветви являются подкрановыми.

В нижней части колонны устанавливается база (башмак), которая служит для передачи нагрузки от колонны фундаменту. К фундаменту базы колонны крепят анкерными болтами.

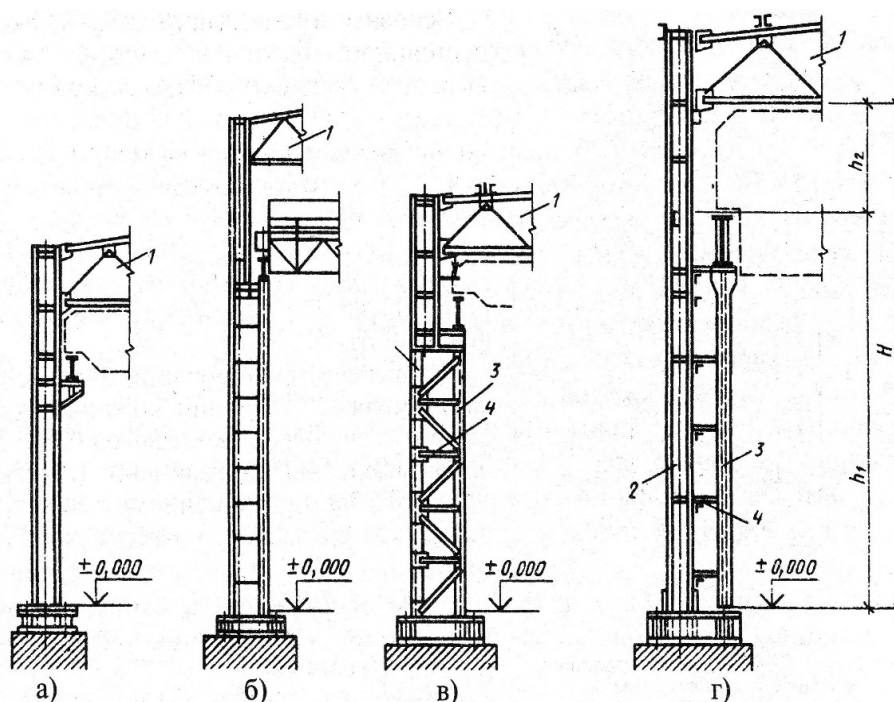


Рис. 15. Типы стальных колонн промышленных зданий:

*а - сплошная постоянного сечения; б - то же, переменного; в - то же, сквозная;  
г - раздельного типа  
1 - ферма, 2 - шатровая ветвь, 3 - то же, подкрановая, 4 - диафрагма жесткости*

Подкрановые балки бывают *разрезные* и *неразрезные*. Наиболее часто применяют разрезные балки, так как они более простые в изготовлении и монтаже. Сечение балок бывает *сплошное* и *решетчатое*. Сплошные балки выполняют из крупных прокатных профилей двутаврового сечения или сварными из листовой стали. Решетчатые подкрановые балки (их также называют подкрановыми фермами) применяют в зданиях с шагом колонн более 6 м под краны грузоподъемностью до 50 тонн.

Подкрановые балки опирают на опорные столики или консоли колонн и крепят анкерными болтами. Для передвижения мостовых кранов вдоль пролета на подкрановые балки укладывают рельсы. К подкрановой балке рельсы крепят с помощью крюков с гайками, лапок, планок и прижимных болтов. Составным элементом подкрановых путей являются тормозные балки, которые устанавливают в плоскости верхних поясов подкрановых балок. Такие балки предназначены для восприятия горизонтальных усилий, возникающих при торможении кранов, а также для обеспечения общей устойчивости подкрановых балок.

В зданиях с небольшими пролетами (6-12 м) в качестве несущих элементов покрытия применяют прокатные балки и прутковые прогоны, а при больших пролетах – стальные стропильные фермы различного геометрического очертания. По характеру очертания поясов различают следующие виды ферм: *полигональные, с параллельными поясами, а также треугольные.*

Фермы с параллельными поясами применяют в плоских покрытиях при пролете 18-36 м и 6-12 м, треугольные фермы – при устройстве кровли из асбестоцементных и металлических листов с большим уклоном. Полигональные фермы используют в покрытиях зданий с рулонной кровлей с уклоном верхнего пояса 1:8 с пролетом 18, 24, 30, 36 м. Элементы стальных ферм чаще всего выполняют из прокатных уголков и соединяют между собой сваркой фасонки из листовой стали.

Крепление ферм к колоннам выполняют с применением сварки закладных элементов, а также анкерными болтами к боковой поверхности колонн или шарнирно к оголовку опорного столика. При жестком соединении фермы с металлической колонной нижний опорный узел опирают на монтажный столик, выполненный из уголка и привязанный к колонне, и соединяют с ним болтами. При опирании ферм на кирпичные опоры укладывают бетонные подушки с анкерными болтами. На железобетонные колонны стальные фермы также можно крепить с помощью анкерных болтов, имеющихся в торце последней.

В покрытиях зданий со стальным каркасом устанавливают горизонтальные связи в плоскости верхнего и нижнего поясов стропильных ферм, а вертикальные – между фермами в пролете. Связи покрытия выполняют из уголков швеллеров и труб. При строительстве одноэтажных промышленных зданий все более широко применяют пространственно-стержневые или структурные покрытия, изготовленные из облегченных элементов.

### 1.7. Деревянные конструкции

Деревянные строительные конструкции надежные, легкие и долговечные. Строительные конструкции изготавливают обычно из хвойных пород древесины – сосны, ели, лиственницы, пихты, кедра. Эти породы характеризуются прямолинейностью, лучшими, чем у лиственных пород, механическими свойствами и большой стойкостью против гниения, благодаря смолистости. К основным недостаткам можно отнести низкую огнестойкость, способность к загниванию и поражению древоточцами (низкую биостойкость), сильную зависимость физико-механических свойств от температурно-влажностных условий эксплуатации и длительности действия нагрузок. Лесоматериалы, которые используются в строительстве, делятся на *круглые* и *пиленые*. К лесоматериалам относятся: бревно, пластина, сбег (уменьшение диаметра) бревна, лежень, полуобрезной брус, обрезной брус, брусок, тонкая доска, толстая доска.

Стены рубленых домов представляют собой горизонтально уложенные ряды бревен, которые связываются друг с другом в углах врубками. Каждый ряд бревен называется венцом. В совокупности венцы образуют сруб. Нижний венец, который опирается непосредственно на фундаменты, называется **окладным венцом**. Для защиты от продувания в швы между бревнами прокладывают теплоизолирующую прокладку.



При строительстве применяют тщательно обработанные круглые бревна диаметром 200 - 240 мм. В каждом бревне с нижней стороны вытесывают паз, которым бревно укладывают на круглую поверхность нижележащего венца. Внутреннюю поверхность обтесывают, образуя гладкую стену. Основными типами конструкции углового стыка бревен являются врубки с остатком и без остатка «в лапу» (Рис. 16).

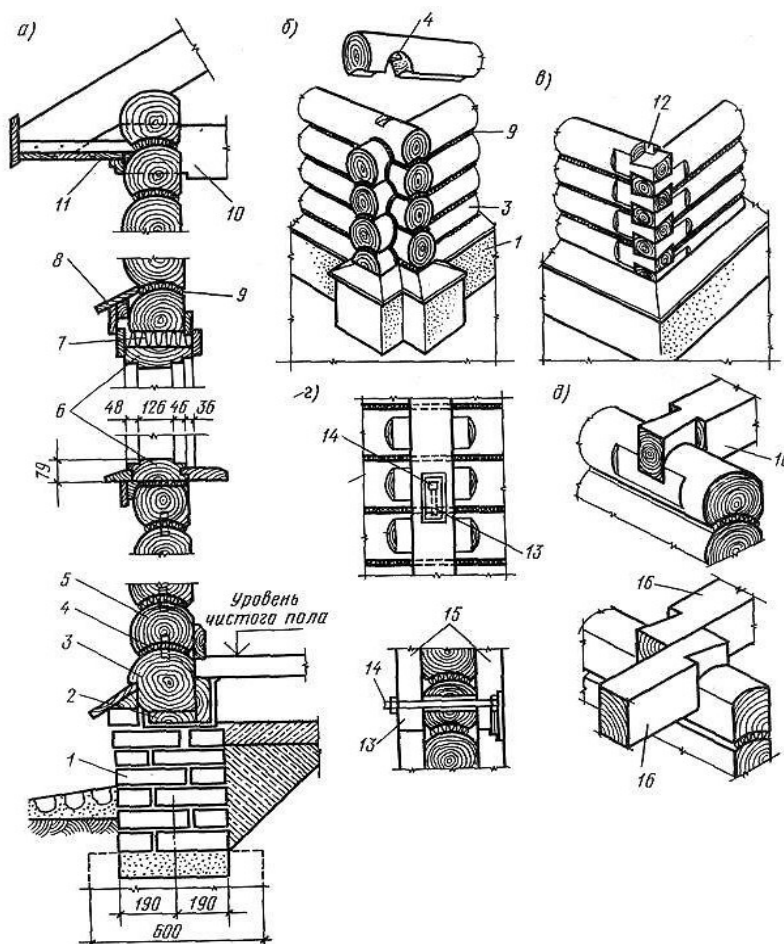


Рис. 16. Конструкция бревенчатых зданий:

*а* - разрез по стене, *б* - вырубка бревен с остатком (в чашку), *в* - то же, без остатка (в лапу),  
*г* - сжим, *д* - врубка бревен перекрытия в наружную и внутреннюю стены.

*1* - цоколь, *2* - осмоленная доска, *3* - окладной венец, *4* - вставка шип, *5* - рядовой венец, *6* - оконная коробка, *7* - осадочный зазор, *8* - сандрик, *9* - пакля, *10* - балка перекрытий, *11* - подшивной карниз, *12* - коренной шип, *13* - прорезь под осадку, *14* - болт, *15* - парные брусья сжима, *16* - балки перекрытия

Бревенчатые стены дают значительную (до 5%) осадку, поэтому их оштукатуривают по штукатурной драни через 1-2 года после устройства.

Над дверными и оконными коробками оставляют зазор на величину расчетной осадки стены. Стены из бревен весьма трудоемки в устройстве, требуют значительного расхода.

Срубы домов, изготовленных из бруса, позволяют использовать при изготовлении индустриальные методы производства, сократить расход материалов и трудозатраты (Рис. 17).

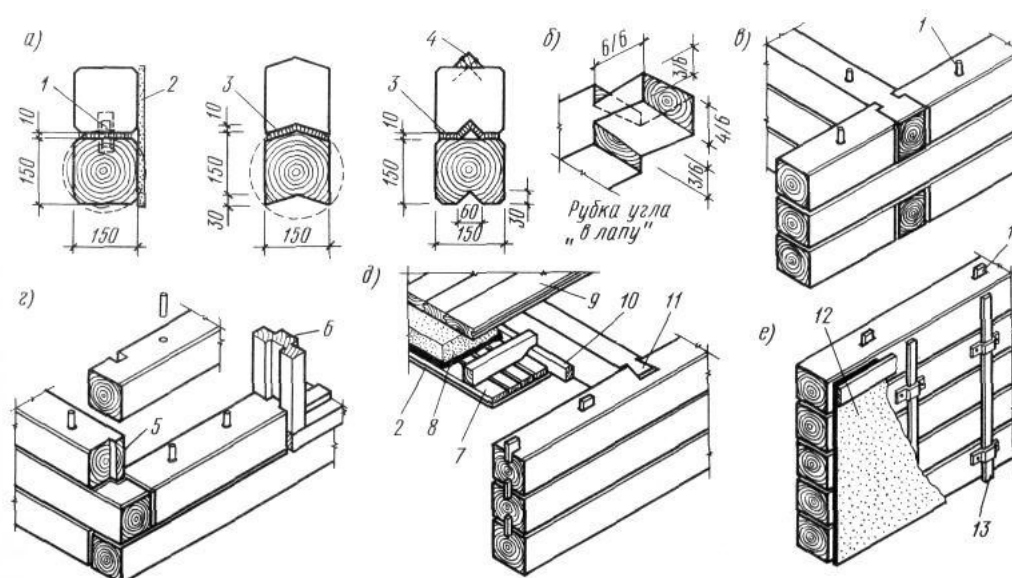


Рис. 17. Конструкция стены брусчатого дома:

*а - детали стены, б, в, г - соединения брусчатых стен, д - конструкция перекрытия и его сопряжение со стенами, е - облицовка брусчатых стен гипсокартонными листами по рейкам.  
1 - шип, 2 - оштукатуривание по дроби, 3 - пакля, 4 - рейка, 5 - коренной шип, 6 - оконная коробка, 7 - подшивка, 8 - звукоизоляция, 9 - настил пола, 10 - черепной брус, 11 - врубка «ласточкин хвостом», 12 - обшивка стены, 13 - скользящая рейка*

Выполняют их из бруса, опиленного на четыре канта бревен сечением 180x180, 150x150 мм для наружных и 100x150, 100x180 мм для внутренних стен. Брусья соединяют между собой на шкантах (шипах), а углы и сопряжения соединяют с внутренними стенами в шпунт или «в лапу». При устройстве стен из брусчатых стремятся к тому, чтобы свободная длина не превышала 6,5 м. При большой длине против выпучивания стен по вертикали устраивают сжимы. При укладке бревен между ними прокладывают паклю, а после устройства стены пазы тщательно проконопачивают. Стены из бревен также дают значительную усадку, поэтому через 1-2 года швы окончательно проконопачивают и производят обшивку или оштукатуривание поверхностей. Обшивают наружные поверхности стен строгаными досками толщиной 16 мм по рейкам, прикрепляемым к стенам.

Фундаменты под стены бревенчатых и брусчатых домов выполняют бутовыми, бутобетонными, бетонными и деревянными. В зависимости от особенностей грунтов и района строительства фундаменты могут быть ленточными или столбчатыми.

Цоколь деревянных зданий обычно устраивают из того же материала, что и фундаменты, или из обожженного керамического кирпича. При устройстве столбчатых фундаментов расстояние между столбами принимают 2,5-3 м с обязательным устройством столбов в углах здания и в местах примыкания внутренних стен. Между столбами по периметру здания устраивают забирку из кирпича, укладываемого на песчаное основание. Для защиты от загнивания окладные венцы располагают выше планировочной отметки поверхности грунта на 40 см и тщательно антисептируют 2% раствором фтористого натрия, а также прокладывают между фундаментом и бревнами или брусьями два слоя толя или рубероида. Обязательно устройство по периметру здания отмостки. В случае устройства столбчатых фундаментов из бревен забирку делают деревянной. Балки перекрытий в бревенчатых зданиях врубают в наружные стены или делают врубку типа ласточкина хвоста.

Полы первого этажа для бесподвальных зданий устраивают по лагам и кирпичным столбикам. В случае необходимости устройства подполья его высота должна быть не менее 60 см. Для обеспечения хорошей вентиляции необходимо предусматривать открывающиеся на лето продухи в цоколе. Перегородки устраивают из досок или деревянных щитов. Для обеспечения свободной осадки стен между потолком и перегородкой устраивают зазор, образующийся с помощью прибываемого к потолку направляющего бруска и прикрепляемых к нему щековых досок.

Лестницы состоят из площадок и лестничных маршей. Марши устраивают из двух тетив, ступеней и перил. Тетивы своими концами врубаются в площадочные балки. Марши и площадки снизу подшивают рейками и оштукатуривают.

### **1.8. Деревянные дома заводского изготовления**

Более индустриальными и экономичными являются деревянные дома заводского изготовления, монтируемые в основном из элементов и деталей, изготовленных на домостроительных комбинатах. Преимущество индустриальных деревянных домов состоит в возможности изготовления деталей в соответствии с их назначением и повышения долговечности древесины путем глубокой пропитки антисептиками.

Индустриальными домами из деревянных конструкций являются *каркасные, щитовые и каркасно-щитовые*.

Каркасные дома состоят из несущего деревянного каркаса и конструкций заполнения. Каркас представляет собой стойки с размером сечения 50x80 мм и горизонтальные элементы из брусьев того же сечения. Рама каркаса снизу и сверху образуется брусьями обвязки, стойками, раскосами – промежуточными стойками и ригелями, служащими обрамлением оконных и дверных проемов.

Все элементы деревянного каркаса изготавливают на заводе из досок и брусьев, затем их маркируют. На строительной площадке элементы собирают в горизонтальном положении в каркасе и поднимают в вертикальное положение, устанавливая при этом на фундамент. Стойки располагают с шагом 600 мм и

прибивают гвоздями к нижней и верхней обвязкам. Для двухэтажных зданий устраивают платформенный стык, при котором стойки второго этажа устанавливают на верхнюю обвязку первого этажа. Применяют также двухэтажные стойки каркаса, которые обеспечивают большую жесткость здания (Рис. 18).

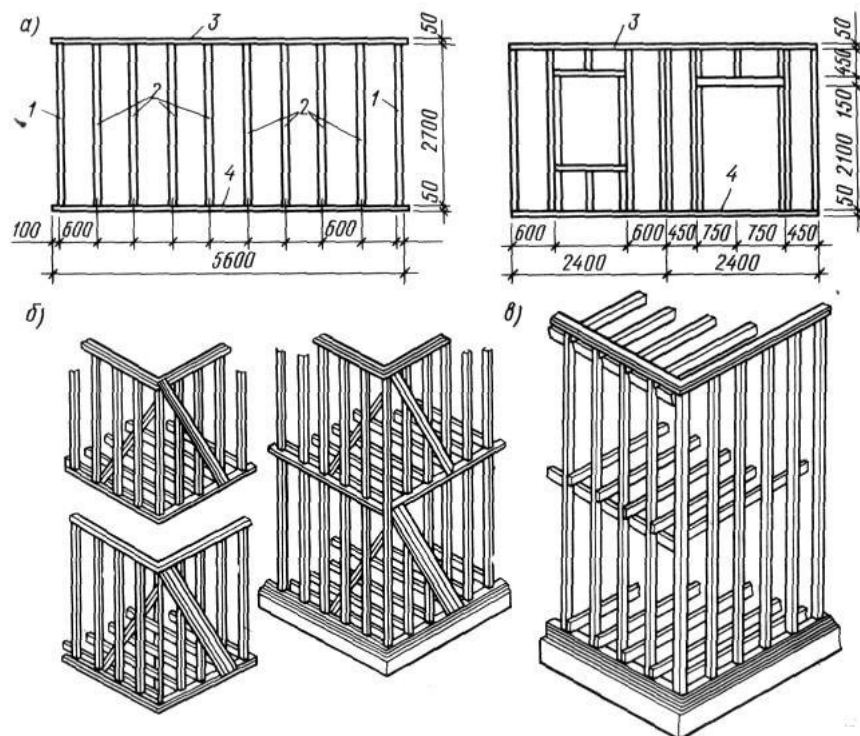


Рис. 18. Конструкции деревянных каркасных домов:

*а - рамы каркаса одноэтажного дома, б - каркас двухэтажного дома с поэтажными стойками, в - то же, со сквозными стойками.*

*1 - угловые стойки каркаса, 2 - рядовые стойки, 3 - верхняя обвязка, 4 - то же, нижняя*

Наружные каркасные стены утепляют теплоизоляционными плитами или рулонными материалами, преимущественно местными (минеральным войлоком), плитами, стекловатными матами на пергаменте или изоляционной бумаге, фибролистными плитами толщиной 50 - 70 мм, соломитом из пучков соломы и другими материалами. Применяют также легкие засыпки шлака, гранулированной минеральной ваты, керамзита, а для временных зданий – опилки, смоченные гипсовым раствором с антисептиком.

Плиты утеплителя обычно устанавливают между стойками каркаса с наружной стороны с перекрытием швов (Рис. 19).

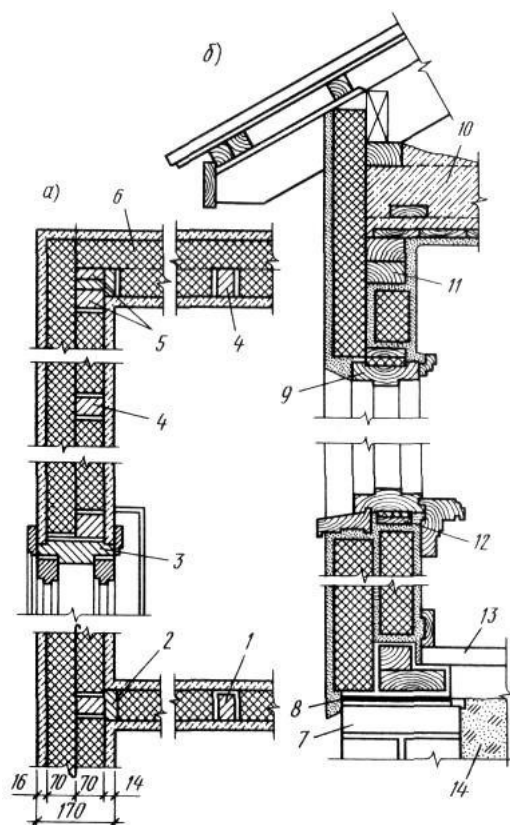


Рис.19. Детали конструкций каркасного дома с утеплением стен фибролитовыми плитами

*а - в плане, б - в разрезе,  
 1, 2 - стойки внутренней стены, 3 - оконный проем, 4 - рядовые стойки, 5 - угловые стойки каркаса,  
 6 - заполнение, 7 - цоколь, 8 - гидроизоляция, 9 - верхний брус оконной коробки,  
 10 - перекрытие, 11 - верхняя обвязка, 12 - брус, 13 - пол, 14 - засыпка подполья*

Для защиты от проникновения водяных паров из помещения в тело каркасной стены с внутренней стороны утеплителя укладывают пергамин или паронепроницаемую бумагу. Затем поверхность облицовывают гипсокартонными листами и окрашивают или оклеивают обоями. Для защиты от продувания или атмосферной влаги с наружной стороны утеплителя укладывают строительную бумагу. С целью предупреждения осадки утеплителя в процессе эксплуатации здания под верхней обвязкой и под окнами устраивают противоосадочные фартуки из древесноволокнистых плит. Наружные поверхности стен облицовывают плоскими асбестоцементными плитами размером 300х600 мм, прибиваемыми по черной дощатой обшивке толщиной 19 мм или по рейке сечением 19х50 мм. Применяют также мокрую штукатурку по слою дощатой обшивки толщиной 19 мм. Каркас внутренних несущих стен и перегородок не отличается от конструкции наружных стен. Материал теплоизоляции в этом случае выполняет функции звукоизоляции. Стены лестничных клеток отличаются от наружных отсутствием слоев пароизоляции и строительной бумаги (Рис. 20).

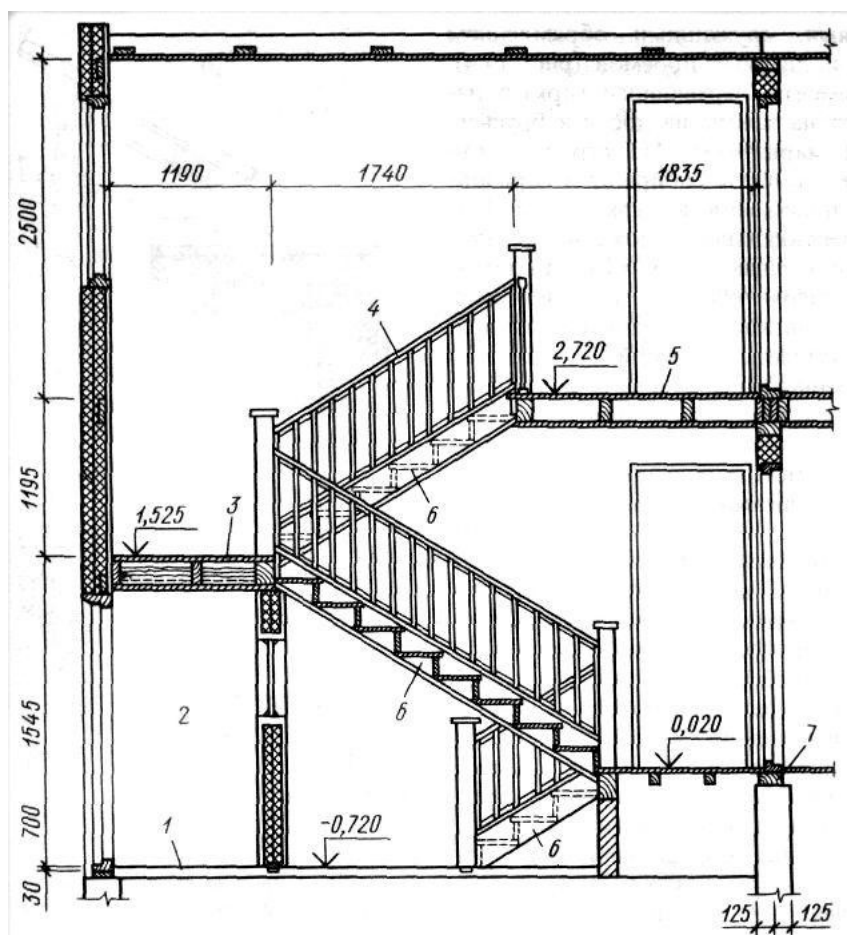


Рис. 20. Разрез лестничной клетки каркасного дома:

1 - пол входной, 2 - утепленный тамбур, 3 - междуэтажная площадка, 4 - перила,  
5 - пол второго этажа, 6 - марш лестницы, 7 - пол первого этажа

Деревянные щитовые дома являются наиболее эффективным видом индустриальных деревянных домов. В отличие от каркасных, щитовые дома поставляют комплектно в виде изготовленных на заводе утепленных щитов наружных и внутренних стен, перекрытий, полов, элементов крыши и лестниц.

Щиты наружных и внутренних стен состоят из двух слоев досок толщиной 16 мм, между которыми в наружных стенах закладывают утеплитель из древесноволокнистых изоляционных (пористых) плит с воздушными прослойками между ними или из одного слоя поропласта толщиной 40 мм. Применяют также в качестве утеплителя тюфяки из минерального войлока. С внутренней стороны щита под обшивкой укладывают пароизоляцию. Под наружную обшивку прокладывают строительную бумагу для уменьшения воздухопроницаемости.

Высота щитов обычно равна высоте этажа, а ширина 600 - 1200 мм. Стеновые щиты подразделяют на *глухие*, *дверные* и *оконные*. Щиты устанавливают вертикально и соединяют непосредственно между собой гвоздями. Особо тщательно необходимо производить стыковку щитов. Стык перекрывают непрерывными слоями паро- и воздухоизоляции.

В конструкциях карнизного и цокольного узлов необходимо предусматривать меры против промерзания. С этой целью устраивают утепленные цоколь и фриз пояса у карниза, а также в местах примыкания перекрытий к стенам необходимо предотвращать возможность образования мостиков холода.

Полы первого этажа устраивают из шпунтованных досок толщиной 40 мм, уложенных по лагам сечением 50x100 мм, установленным с шагом 600 мм по деревянным прогонам. Лаги цокольного перекрытия укладывают по кирпичным столбикам на антисептические прокладки и гидроизоляцию в два слоя пергамента или рубероида. Монтаж щитовых домов ведут на готовом фундаменте со сплошным цоколем под наружные стены. Цокольную обвязку из брусьев сечением 50x80 мм укладывают на специальную утепленную подушку из слоя минерального войлока или антисептированной пакли, обернутой толем или двумя слоями битуминизированной бумаги. Установку щитов начинают с угла здания, при этом два угловых щита соединяют между собой, прикрепляя к нижней обвязке гвоздями, и расширяют временными раскосами.

Каркасно-щитовые дома отличаются от щитовых тем, что в них устанавливают щиты между стойками каркаса. Таким образом, щиты выполняют только ограждающие функции и не несут никакой нагрузки. В связи с этим их делают облегченными. Стыки между стойками и щитами устраивают так же, как и между щитами в щитовых домах, однако при наличии каркаса их количество удваивается.

В практике строительства все шире применяют деревянные панельные дома. Панели имеют клефанерную конструкцию из водостойкой фанеры. Их прикрепляют к деревянным стойкам каркаса, который располагают с небольшим шагом. В качестве утеплителя панелей применяют легкие минераловатные маты, наклеенные на плотную бумагу.

### **1.9. Металлические крепления в деревянных конструкциях**

В деревянных конструкциях применяют две группы металлических соединений: *растянутые связи* – гвозди, винты, шурупы, глухари и *работающие на выдергивание*: болты, тяжи (работающие на растяжение). К *вспомогательным металлическим креплениям* относятся стяжные болты, хомуты, штыри, скобы, которые устанавливают конструктивно для восприятия усилий, возникающих при перевозке и монтаже. Все виды связей должны воспринимать расчетные усилия и быть защищены от коррозии.

Металлические связи на растяжение рассчитывают в соответствии с требованием норм проектирования и расчета металлических конструкций. Наиболее широко металлические связи используют при возведении построенных конструкций и в меньшей степени – в заводских условиях.

Гвозди, сопротивляющиеся выдергиванию, разрешается использовать только во второстепенных элементах настилов и подшивках потолков. Запрещается применять гвозди, забитые в торец или заранее просверленные отверстия, а также в случае динамических воздействий на конструкцию. Длина

защемленной части гвоздя должна быть не менее  $10d$  или двух толщин пробиваемого элемента. В свою очередь, толщина прибиваемой доски должна быть не менее  $4d$ . Расстановка гвоздей аналогична ранее изложенной.

Шурупы и глухари удерживаются в древесине не только силами трения, но и упором винтовой нарезки в прорезаемых в древесине винтовых желобках. При работе на выдергивание шурупы расставляют так, чтобы расстояние между винтами в продольном направлении составляла  $S_1=10d$ , а в поперечном  $S_2=S_3=5d$ . Болты и тяжи применяются в распорных соединениях, растянутых элементах металлодеревянных конструкций, а также в затяжках арочных и сводчатых конструкций. Диаметр тяжей и болтов должен быть не менее 12 мм. При необходимости создания предварительного натяжения используют натяжные муфты с разносторонней резьбой. Стяжные болты имеют преимущественно монтажное значение и применяются для плотного стягивания соприкасающихся элементов. Скобы из круглой или квадратной стали толщиной 10 - 18 мм применяют как вспомогательные фиксирующие связи в сооружениях из брусьев или круглого леса в мостовых опорах, лесах, бревенчатых фермах. Хомуты отличаются от скоб тем, что полностью охватывают конструкцию. Они могут быть П-образными и кольцевыми. Хомуты применяют для изготовления конструкций на строительных площадках из бревен или брусьев (обычно при сопряжении стоек с насадками). Штыри - стержни из арматурной стали диаметром 16 - 30 мм, которые вставляют в заранее просверленное отверстие меньшего диаметра. Их применяют при стыках стоек или свай в торец, а также в узлах сопряжения стоек с насадками и в некоторых других случаях.

### 1.10. Настилы

Настилы покрытий используют в качестве несущих и ограждающих элементов деревянных покрытий. Они служат основанием водо- и теплоизоляционных слоев покрытия. При рулонной кровле настил должен иметь сплошную ровную дощатую или фанерную поверхность. При чешуйчатой кровле в виде волнистых листов асбестоцемента, стеклопластика или черепичных плиток настил должен иметь для них отдельные опоры в виде досок или брусьев обрешетки или открытых ребер клефанерных плит. С чешуйчатой кровлей особенно эффективно применение деревянных покрытий. Деревянные настилы делятся на два основных вида – *дощатые* и *клефанерные*.

Двойной перекрестный настил состоит из двух слоев: нижнего – *рабочего* и верхнего – *защитного*. Рабочий настил несет на себе все нагрузки, действующие на покрытие. Защитный настил образует необходимую сплошную поверхность, распределяет сосредоточенные нагрузки и защищает кровельный ковер от разрывов.



### 1.11. Деревянные и составные балки

Цельнодеревянные балки применяют при пролетах, которые не превышают 6 м, и при относительно небольших нагрузках. Деревянные балки применяют в качестве несущих конструкций настилов покрытий, рабочих площадок платформ и в других деревянных конструкциях. Балки покрытий применяют в зданиях с шириной помещения не более 6 м. Деревянные балки покрытий работают и рассчитываются на изгиб как однопролетные балки, шарнирно опертые на опоры разной высоты. Однопролетные прогоны являются несущими конструкциями скатных покрытий. К опорам прогоны крепятся посредством *бобышек* – коротких отрезков толстых досок или стальных уголковых коротышек и гвоздей или винтов. Эти крепления препятствуют сползанию прогонов вниз по скату опор.

Составные балки применяют из-за ограниченности сортамента древесины под заданный пролет и нагрузку. В практике строительства часто нельзя применять конструкцию из цельной древесины, поэтому приходится использовать составные балки. В практике строительства стали применяться и армированные балки, представляющие собой новый вид индустриальных конструкций. Армирование повышает несущую способность и снижает деформативность балок.

### 1.12. Деревянные стойки

Деревянные стойки могут быть *цельнодеревянными, составными, клеедеревянными и решетчатыми*. Применяют в виде опор покрытий, навесов, рабочих площадок, платформ, опор линий электропередач и связи. Стойки из брусьев квадратного сечения и из круглых бревен применяют в основном в тех случаях, когда их концы закреплены шарнирно и на них действует только сжимающие нагрузки. Составные стойки состоят из цельных брусьев или толстых досок, соединенных по длине болтами или гвоздями. Длина составных стоек как и стоек из цельного дерева, не превышает 6 м. Клеедеревянные стойки являются конструкциями исключительно заводского типа. Их формы и размеры могут быть любыми и определяются только назначением, действующими нагрузками, расчетом; не зависят от ограничения сортамента досок, применяемых для их склеивания.

### 1.13. Деревянные фермы

К деревянным фермам относятся сквозные решетчатые конструкции балочного типа. Основной недостаток деревянных ферм – значительное число элементов и узлов. В практике строительства наибольшее распространение получили следующие типы ферм: *с параллельными поясами, треугольные, трапециевидные, сегментные*. Решетка ферм, как правило, треугольная.

Деревянные и металлодеревянные фермы рекомендуется применять при пролетах до 24 - 36 м. Фермы из бревен и брусьев на лобовых вырубках могут иметь треугольное и пятиугольное очертание или быть с параллельным очертанием поясов. Такими фермами можно перекрыть пролеты до 18 - 24 м. Металлодеревянные брусчатые фермы применяют при пролетах до 30 м. Нижний пояс и растянутые элементы решетки выполняются из круглой стали с металлическими узловыми соединениями. Верхней пояс и сжатые раскосы – из деревянных брусьев. Дощатые фермы с гвоздевыми накладками получили широкое распространение при пролетах 18 м.

### 1.14. Деревянные арки и рамы

Деревянные арки применяют в покрытиях производственных промышленных, сельскохозяйственных и общественных зданий с пролетами 12 - 80 м. По статическим схемам деревянные арки разделяют на *трехшарнирные*, имеющие два опорных и один коньковый или ключевой шарнир, и *двухшарнирные*, у которых только два опорных шарнира. Элементы арок могут иметь любую из указанных выше форм оси в покрытиях с пролетами 12 - 80 м.

Рамы относятся к одному из основных классов несущих деревянных конструкций. В строительстве в основном применяют однопролетные двухскатные рамы при пролетах 12 - 24 м. По статическим схемам деревянные рамы могут быть *статически определенными* и *однократно статически неопределимыми*.

Трехшарнирная рама является статически определяемой. Преимущество этой схемы – независимость действующих в ее сечениях усилий от осадки фундаментов и относительная простота решений шарнирных опорных узлов.

Двухшарнирная схема с жесткими опорными узлами является статически неопределяемой. Ее преимущество – отсутствие изгибающих моментов в шарнирных соединениях ригеля со стойками. Двухшарнирная схема с шарнирными опорными узлами также относится к статически неопределимой. Преимущество этой рамы – отсутствие изгибающих моментов в шарнирных узлах. По конструкции деревянные рамы делятся на *трех-* и *двухшарнирные*, *клеедеревянные*, *цельнодеревянные* и *клеефанерные*.

Трехшарнирные клеедеревянные рамы бывают бесподкосными и могут иметь до двух подкосов. Гнутоклееная шарнирная рама состоит из полурам, имеющих Г-образную форму прямоугольного переменного по высоте сечения и изогнутых при изготовлении в зоне будущего карниза. Первое достоинство этой рамы в том, что она состоит только из двух крупных элементов - полурам, которые соединяются при сборке всего тремя узлами (двумя опорными и одним коньковым). Это сводит к минимуму время и трудоемкость сборки и установки таких рам. Второе достоинство – переменная высота сечений, максимальная в зоне выгиба, где действуют максимально изгибающие моменты, и минимальная в узлах, где моменты отсутствуют.

Ломаноклееная рама называется также клеедеревянной рамой с жестким стыком на зубчатых шипах, состоит из двух полурам. Каждая полурама имеет

Г-образную форму с переломом оси в месте будущего карниза. Полурама состоит из двух прямых элементов — стойки и полуригеля, имеющих переменные сечения, максимальные в зоне перелома оси. Существенные достоинства: малотрудоемкая при монтаже, проста в изготовлении. Эти рамы не требуют дополнительных стержней для опирания настилов в карнизных узлах.

Клеедеревянная трехшарнирная четырехподкосная рама состоит из большого числа элементов и узлов, что повышает трудоемкость изготовления и сборки. Подкосы также сокращают свободное пространство помещений, поэтому применение этих рам наиболее рационально в покрытиях навесов.

Двухподкосная клеедеревянная трехшарнирная рама состоит из двух стоек, двух полуригелей переменного сечения и двух подкосов постоянного сечения. К недостаткам этой рамы относится наличие значительных растягивающихся усилий в карнизных узлах, для восприятия которых необходимо применить металлические крепления и винты. Изгибающие моменты в стойках и ригелях этой рамы значительно больше, чем в рамах с парными подкосами. Клеедеревянная трехшарнирная рама с опорными подкосами состоит из двух полуригелей переменного сечения, двух подкосов и двух стоек постоянного сечения. Достоинство этой рамы те же, что и у прочих подкостных рам. Недостатки: работа стоек на растяжение и изгиб от ветровой нагрузки, что усложняет конструкцию их узловых креплений, и значительная длина сжатых подкосов, сечения которых определяются из условий предельно допустимой гибкости.

Клеедеревянная трехшарнирная рама с наружными раскосами отличается от предыдущей только наружным расположением раскосов. Наружные раскосы работают в этой раме на растяжение и могут выполняться как из клееной древесины, так и из стали, при этом они не уменьшают внутреннего пространства помещений.

Двухшарнирные клеедеревянные рамы состоят из трех конструктивных элементов — двух вертикальных стоек и горизонтального ригеля. Двухшарнирная клеедеревянная рама с жесткими опорными узлами может иметь две клеедеревянные стойки постоянного, переменного или ступенчатого сечения. Основным недостатком этой рамы является относительно большая сложность жестких опорных узлов стоек, чем шарнирных. Такая рама может иметь также комбинированную конструкцию. Двухшарнирная клеевидная рама с шарнирными опорными узлами может иметь две стойки постоянного или переменного клеедеревянного сечения наименьшей высоты в опорных узлах, где нет изгибающих моментов. Ригели этой рамы крепятся к стойкам на разных высотах, образуя жесткое рамное соединение.

Трехшарнирная дощато-гвоздевая рама состоит из дощато-гвоздевых стоек и полуригелей переменной высоты, в настоящее время не используется. Расчет рам производится на различные сочетания нагрузок: от собственного веса, ветровой, снеговой. Раму рассчитывают как трехшарнирную конструкцию. В результате расчета получают значение изгибающих моментов, поперечной и продольной силы.

### 1.15. Обработка древесины от гниения

**Гниение** – это разрушение древесины в результате жизнедеятельности грибов, разрушающих целлюлозу. Для защиты древесины от гниения применяют меры конструктивного характера и химическую защиту – *антисептирование*.

Конструктивная защита включает в себя использование для конструкций только сухой древесины, стерилизацию древесины в процессе сушки прогревом ее при температуре выше 80 °С, предохранение конструкции от непосредственного увлажнения атмосферными осадками устройствами наружного водоотвода в деревянных покрытиях, обеспечение достаточной тепло- и пароизоляции, расположение несущих деревянных конструкций целиком в отапливаемом помещении или вне его.

К химической защите древесины прибегают в тех случаях, когда конструктивными мерами нельзя устранить ее увлажнение во время эксплуатации. Химическая защита состоит в пропитке или покрытии элементов конструкций антисептиками – веществами, ядовитыми для грибов. Защита от древесных вредителей осуществляется пропиткой масляными антисептиками. Применяют также окуривание конструкций ядовитыми газами и впрыскиванием растворами ядовитых веществ во входы, проделанные насекомыми.

## 2. Строительные материалы

### 2.1. Классификация строительных материалов

**Строительными** называют материалы, из которых возводят здания и сооружения, а также изготавливают строительные детали и конструкции. Строительство относится к дорогостоящим и материалоемким производствам, в общем объеме капитальных затрат стоимость материалов составляет свыше 50%, поэтому снижение материалоемкости за счет применения эффективных материалов и широкое использование местных сырьевых ресурсов имеет большое значение.

Строгой классификации строительных материалов на сегодня не существует, да и вряд ли возможно создать стройную классификационную систему. В настоящее время в строительстве применяют более 10 тысяч наименований строительных материалов, поэтому совершенно очевидна сложность создания их единой классификации.

Тем не менее, классификация проводится по целому ряду признаков: по производственному назначению материалов, виду исходного сырья, по основным показателям качества (например, их прочность, средняя плотность и др.), а также по функциональному назначению (например, конструкционные, теплоизоляционные, акустические, огнеупорные).

Одни материалы являются *природными*, а другие *искусственными*.

Природные строительные материалы получают из недр земли или путем переработки, например, лесных материалов или добытого камня.

Искусственные строительные материалы и изделия производят чаще всего из природных сырьевых материалов, но в последние годы значительное количество их получают из попутных продуктов промышленности и сельского хозяйства.

Наиболее широкое применение имеют искусственные строительные материалы.

Природные каменные материалы и изделия классифицируются либо по генетическому признаку (по происхождению горных пород), либо по техническим свойствам (по средней плотности, прочности, морозостойкости и другим показателям).

### 2.2. Основные физико-механические свойства строительных материалов

Для того чтобы правильно, целесообразно и наиболее эффективно применять тот или иной строительный материал, необходимо знать его свойства.

Наиболее важны для строительных материалов физические и механические свойства, их реакция по отношению к воде, температуре и различным механическим воздействиям.

## Физические свойства

- плотность
- пористость
- водопоглощение
- влажность
- гигроскопичность
- водопроницаемость
- теплопроводность
- огнестойкость
- огнеупорность
- паропроницаемость
- газопроницаемость
- звукопоглощение

**Средняя плотность** — физическая величина, определяемая отношением массы тела в естественном состоянии ко всему занимаемому им объему, включая пустоты и поры.

$$\rho_m = \frac{m}{v}$$

$m$  - масса сухого материала (г, кг, т)

$v$  - объем материала по внешним размерам образца или объему вытесненной жидкости (см<sup>3</sup>, м<sup>3</sup>, л)

**Истинная плотность** — предел отношения массы тела или вещества к его объему без учета в нем пустот или пор (г/см<sup>3</sup>).

$$\rho_u = \frac{m}{v_a}$$

$m$  - масса материала (г, кг)

$v_a$  - объем, занимаемый материалом или веществом без пор и пустот (см<sup>3</sup>)

Для зернистых материалов, которые очень широко применяются в строительстве, определяется **насыпная плотность** — отношение массы зернистых материалов или материалов в виде порошка ко всему занимаемому объему, включая пространство между порами.

**Пористость материала** — степень заполнения объема материалом; по значению пористость дополняет среднюю плотность до единицы или до 100%.

$$n = 1 - \frac{\rho_m}{\rho_u} \quad \text{или} \quad n = \frac{\rho_u - \rho_m}{\rho_u} \cdot 100$$

$\rho_u$  - истинная плотность

$\rho_m$  - средняя плотность

**Водопоглощение** — это способность материала впитывать и удерживать в себе воду. Его определяют насыщением водой образца, предварительно высушенного до постоянной массы. Количество воды, поглощенной образцом, отнесенное к его массе в сухом состоянии, называют **водопоглощением по массе**, а отнесенное к его объему — **водопоглощением по объему**.

Водопоглощение (%) вычисляют по формуле:

$$W_m = \frac{m_2 - m_1}{m} \cdot 100$$

$$W_v = \frac{m_2 - m_1}{v} \cdot 100$$

$m_1$  и  $m_2$  - масса материала соответственно в сухом и насыщенном водой состоянии (кг)

После деления этих выражений почленно получим зависимость:

$$W_v = W_m \cdot P_m$$

Водопоглощение зависит от пористости, строения пор (замкнутые, открытые, крупные).

! Значение водопоглощения по объему всегда меньше 100%, а по массе может быть более 100%.

**Водостойкость** — способность материала сохранять прочность при водонасыщении. Численно водостойкость характеризуется коэффициентом размягчения.

$$K_{\text{разм}} = \frac{R_{\text{нас}}}{R_{\text{сух}}}$$

$R_{\text{нас}}$  и  $R_{\text{сух}}$  - предел прочности при сжатии соответственно водонасыщенного и сухого образцов

$K_{\text{разм}} = 0-1$

Строительные материалы из-за неоднородной плотности, структуры, состава характеризуются различной водостойкостью. Например, для таких материалов, как стекло, фарфор, сталь  $K_{\text{разм}} = 1$ , гипсовые материалы при

насыщении водой могут полностью разрушаться. К водостойким относятся материалы с  $K_{\text{разм}} > 0,75$ .

**Гигроскопичность** — способность строительных материалов поглощать водяные пары из окружающего воздуха. Степень водопоглощения зависит от температуры и влажности воздуха, вида, количества и размера пор, а также от природы вещества

Гигроскопичность пористых материалов ухудшает их физические свойства. В связи с этим материалы с высокой гигроскопичностью не рекомендуется для применения в ограждающих конструкциях зданий и сооружений.

**Морозостойкость** — одно из важнейших свойств строительных материалов. Этот показатель свойств характеризуется способностью материала выдерживать в насыщенном состоянии многократное и попеременное замораживание и оттаивание без значительных признаков разрушения и потери прочности. Морозостойкими считаются материалы, которые после установленного для них количества циклов замораживания и оттаивания не имеют выкрашивания, трещин, расслаивания, разрушения углов и граней и не теряют массу более 5%, а потеря прочности составляет не более 25%.

$$K_{\text{мрз}} = \frac{R_{\text{мрз}}}{R_{\text{нас}}}$$

$R_{\text{мрз}}$  - прочность образцов при сжатии после заданного числа циклов замораживания и оттаивания (Мпа)

$R_{\text{нас}}$  - прочность водонасыщенных образцов при сжатии до замораживания (Мпа)

### **Звукопоглощение**

Физический смысл процесса звукопоглощения заключается в превращении звуковой энергии в энергию тепла (процесс взаимодействия звуковых волн с частицами материала и воздуха, заключенными в объемах пор).

Основным показателем поглощающей способности материала является коэффициент звукопоглощения ( $\alpha$ )

$$\alpha = \frac{E_{\text{погл}}}{E_n}$$

$E_{\text{погл}}$  - энергия поглощения поверхности ограждения

$E_n$  - энергия звука падающая



**Звукопроницаемость**-характеризует звукоизолирующие свойства ограждения из любого материала и определяется коэффициентом звуковой проницаемости:

$$\tau = \left| \frac{P_2(Q)}{P_1(Q)} \right|^2$$

$P_1$  и  $P_2$  - звуковое давление соответственно в падающей и прошедшей звуковых волнах

$Q$  - угол падения звуковой волны относительно нормали к поверхности ограждения

### Механические свойства

- прочность
- твердость
- истираемость
- деформативность

**Прочность** — способность материала сопротивляться воздействию внешних нагрузок, не разрушаясь. В строительных материалах, подвергаемых воздействию нагрузок, возникают различные напряжения: сжатия, растяжения, изгибы, кручения, срезы. В зависимости от условий работы конструкции их испытывают на прочность при сжатии, растяжении, изгибе. Требования по прочности к строительным материалам изложены в соответствующих нормативных документах (СНиП, ГОСТ, ТУ).

Подробно изучением прочности занимается наука «Сопротивление материалов», в данном курсе приведены лишь самые краткие сведения о прочности.

Предел прочности (Мпа) при сжатии или растяжении  $R$  равен разрушающей нагрузке  $P_p$ , разделенной на площадь  $A$  поперечного сечения образца.

$$R = \frac{P_p}{A}$$

Форма стандартных образцов, методика их изготовления и испытаний указываются в ГОСТах для соответствующих материалов.

Строительные материалы обладают разной прочностью и способностью сопротивляться действию сил сжатия, растяжения и изгиба.

**Твердость** — способность материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого материала. Для некоторых материалов (например,

природных каменных материалов) твердость определяют методом нанесения черты одним материалом на другой. Твердость каменных материалов определяют по шкале твердости Мооса, в котором 10 специально подобранных минералов расположены так, что на каждом предыдущем все последующие могут оставлять при царапании черту.

Например, тальк и мел, имеющие показатель твердости 1, легко царапаются ногтем. Минералы кварц, топаз, корунд и алмаз с показателем твердости, соответственно, 7, 8, 9 и 10 легко царапают стекло, но стальным ножом не чертятся.

Числовое значение твердости при испытаниях образца может оказываться между показателями двух соседних минералов, взятых по шкале твердости. Например, если испытуемый материал чертится топазом (8), но сам не чертит кварц (7), то его твердость принимают - 7,5.

### **Шкала Мооса:**

1. Тальк/мел
2. Каменная соль/гипс
3. Кальцит/ангидрид
4. Плавиковый шпат
5. Апатит
6. Ортоклаз/полевой шпат
7. Кварц
8. Топаз
9. Корунд
10. Алмаз

**Истираемость** — свойство материала уменьшаться в объеме и массе под действием истирающих усилий. На истираемость испытывают материалы, применяемые для устройства полов, лестниц, каменных тротуаров.

$$I = \frac{m - m_1}{A}$$

$m$  и  $m_1$  - масса испытуемого образца до и после истирания (г)

$A$  - площадь истирания (см<sup>2</sup>)

Значение истираемости (г/см<sup>2</sup>) для некоторых материалов:

Гранит: 0,1 - 0,5

Керамические плиты для полов: 0,25 - 0,3

Известняк: 0,3 - 0,8

### Технологические свойства

Строительные материалы, применяемые для устройства ограждающих конструкций, должны быть не только прочными и долговечными, но и обладающими хорошими технологическими свойствами.

- теплопроводность
- теплоемкость
- огнестойкость
- термическая стойкость
- огнеупорность

**Теплопроводность** — способность материала передавать теплоту через свою толщину при наличии разности температур по обе стороны материала. Теплопроводность зависит от вида материала, пористости, характера пор, его влажности и плотности, а также от средней температуры, при которой происходит передача теплоты. Значение теплопроводности характеризуется коэффициентом теплопроводности  $\lambda$ , равным количеству теплоты, проходящей через образец материала толщиной 1 м, площадью 1 м<sup>2</sup> за 1 час при разности температур на поверхности образцов в 1<sup>0</sup>С, Вт/(м<sup>0</sup>С):

$$\lambda = \frac{Q \cdot a}{A \cdot (t_1 - t_2) \cdot Z}$$

$Q$  - количество проходящей теплоты (Дж)

$a$  - толщина материала (м)

$A$  - площадь, через которую проходит тепловой поток (м<sup>2</sup>)

$(t_1 - t_2)$  - разность температур по обеим сторонам слоя материала (<sup>0</sup>С)

$Z$  - время прохождения теплового потока (ч)

**Теплопроводность** — способность материала поглощать при нагревании определенное количество теплоты. Оно характеризуется коэффициентом теплопроводности  $C$ , Дж/(кг<sup>0</sup>С):

$$C = \frac{Q}{m \cdot (t_1 - t_2)}$$

$Q$  - количество теплоты, затраченной на нагревание материала от  $t_1$  до  $t_2$  (Дж)

$m$  - масса материала (кг)

$(t_1 - t_2)$  - разность температур до и после нагревания (<sup>0</sup>С)

Теплоемкость материала учитывают при теплотехнических расчетах ограждающих конструкций, при расчетах расхода тепла в различных тепловых установках (пропарочных камерах, автоклавах, обжиговых печах).

**Огнестойкость** — способность материала выдерживать без разрушения одновременное действие высокой температуры и воды (такая ситуация возникает во время тушения пожаров).

Пределом огнестойкости конструкции называется время (в часах) от начала огневого испытания до появления одного из следующих факторов: сквозных трещин, обрушения конструкций, повышения температуры на необогреваемой поверхности более чем на  $140^{\circ}\text{C}$  в среднем, или на  $180^{\circ}\text{C}$  в любой точке по сравнению с температурой до испытания. Возможно привести следующий пример: предел огнестойкости кирпичной стены толщиной в один кирпич (25 см) равен 5,5 часов, а незащищенных стальных колонн - 0,25 ч. По огнестойкости строительные материалы делятся на три группы: *несгораемые*, *трудногораемые* и *сгораемые*.

Несгораемые материалы: бетон, кирпич, асбестовые материалы, - под действием высокой температуры или огня не тлеют и не обугливаются. Трудногораемые материалы: арболит, фибролит, асфальтобетон, - с трудом воспламеняются, тлеют и обугливаются, но происходит это только при наличии источника огня. Сгораемые материалы: дерево, толь, пластмассы, - воспламеняются или тлеют и продолжают гореть или тлеть после удаления источника огня.

**Огнеупорность** — способность материала противостоять длительному воздействию высоких температур, не деформируясь и не расплавляясь.

По степени огнеупорности материалы подразделяются на *огнеупорные* (например, шамотные изделия), выдерживающие действие температур от  $1580^{\circ}\text{C}$ , *тугоплавкие* (например, гжельский кирпич), выдерживающие температуру  $1350^{\circ}\text{C}$ - $1580^{\circ}\text{C}$ , *легкоплавкие* (обыкновенный керамический кирпич и камни), выдерживающие температуру ниже  $1350^{\circ}\text{C}$ .

### 2.3. Вяжущие материалы

**Вяжущими материалами** называют вещества, которые вследствие химических процессов переходят из жидкого или тестообразного состояния в камневидное.

Если вяжущее вещество (например, известь) смешать с песком и водой, то, переходя в камневидное состояние, известь свяжет между собой и частицы песка.

Эти свойства вяжущих используют:

- 1) при изготовлении растворов (вяжущее, смешанное с песком, водой и крупным заполнителем: гравием или щебнем)
- 2) для скрепления каменных материалов при каменной кладке
- 3) для изготовления искусственных необожженных каменных материалов и изделий

Вяжущие вещества делятся на две группы: *неорганические* (цемент, известь, гипс, глина, жидкое стекло) и *органические* (битум, клей, смолы).

### Неорганические вяжущие вещества

В строительстве большое применение находят неорганические вяжущие вещества в виде тонкоизмельченных порошков, которые при затворении с водой образуют тесто, а затем переходят в камневидное состояние.

Неорганические вяжущие вещества делятся на две группы: *воздушные* и *гидравлические*.

Воздушные вяжущие вещества после затворения с водой твердеют и сохраняют свои прочностные характеристики только в сухой среде. К ним можно отнести воздушную известь, строительный гипс, глина.

Гидравлические вяжущие вещества (гидравлическая известь и различные цементы) могут твердеть как на воздухе, так и в воде.

Воздушная известь получается обжигом при температуре до 1200<sup>0</sup>С в специальных печах (шахтных, кольцевых, вращающихся) кусков известняка, мела, доломита и других известковых пород, содержащих не более 8% глинистых примесей. Известняк CaCO<sub>3</sub> при этом разлагается, образуя окись кальция CaO в виде негашеной комовой извести-кипелки. Если такую комовую известь залить водой в количестве 55-65%, образуется порошок, который называется известь-пушонка. При большом количестве воды получается известковое тесто. Главной составной частью гашеной извести является гидрат окиси кальция Ca(OH)<sub>2</sub>.

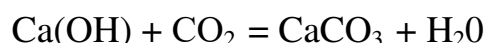
Известь-пушонку и известковое тесто получают гашением кипелки в специальных гидраторах (известгасильных машинах). При их отсутствии на строительстве мелких объектов известковое тесто можно приготовить гашением извести в ямах, но это требует большого количества времени.

Известь-кипелка впитывает влагу из воздуха, гасится самопроизвольно, превращаясь в пушонку, поэтому ее нельзя долго хранить. Известковое тесто, являясь воздушным вяжущим, в водной среде может храниться долго и даже со временем улучшает свои качества в таком состоянии.

В строительстве известь применяют в виде комовой кипелки, молотого негашеного порошка-кипелки, пушонки и известкового теста. Объемный вес пушонки - до 600 кг/м<sup>3</sup>, известкового теста - до 1400 кг/м<sup>3</sup>.

Известковое тесто, смешанное с песком или шлаком, применяется в виде строительных растворов для кладки стен и штукатурки в сухих помещениях. Известковый раствор на воздухе постепенно высыхает и отвердевает в результате действия углекислого газа, содержащегося в воздухе, на гидрат окиси кальция (карбонизация).

Реакция твердения извести происходит по следующей формуле:



В итоге снова образуется известняк CaCO<sub>3</sub>.

Негашеную известь можно перемолоть в порошок и в таком виде использовать для приготовления раствора. Молотая известь-кипелка гасится в самом растворе, который быстро затвердевает. При этом выделяется большое количество тепла, что имеет значение при производстве работ в зимнее время.

Известь используют также для производства силикатного кирпича, силикатных изделий и известковых красок.

Гидравлическую известь получают обжигом мергелистых известняков, содержащих от 8 до 20% глинистых веществ, в результате чего она после помола или гашения в порошок может затвердевать не только на воздухе, но и в воде. Гидравлическую известь применяют для изготовления штукатурных и кладочных растворов, для кладки бутовых фундаментов, даже в сырых помещениях.

Разновидностью гидравлической известью является **романцемент**, получаемый в результате тонкого помола обожженных известковых или магнезиальных пород мергелей, содержащих более 20% глинистых примесей.

Прочность и скорость твердения романцемента выше, чем у гидравлической извести, поэтому его применяют для наружных штукатурок, бетонных оснований под полы и устройства фундаментов, не несущих больших нагрузок.

В строительстве широко применяют гипс (воздушный вяжущий материал). Сырьем для его получения служит гипсовый камень, двуводный сернокислый кальций  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , который обжигают при  $170^\circ\text{C}$  и размалывают в порошок. В результате он приобретает свойства вяжущего, имеющего вид белого порошка, и называется строительным (полуводным) гипсом  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ .

При более тонком помоле гипс называют формовочным, его прочность несколько выше.

При смешивании гипса с водой в результате химической реакции получают вновь двуводный гипс, который твердеет в течение нескольких минут, выделяя тепло и увеличиваясь в объеме. Эти свойства гипса очень важны для приготовления строительных и архитектурных деталей (плит, карнизов, розеток), так как, заполняя при твердении весь объем формы, гипсовый раствор образует качественное изделие.

Быстрота твердения гипса (от 3 до 30 мин) иногда затрудняет процесс изготовления изделий. В этих случаях в гипсовый раствор вводят замедлители твердения - животный клей, казеин.

При насыщении водой гипс теряет прочность, поэтому его нельзя применять для изделий, находящихся в сырых местах. Существует ряд способов повышения водостойчивости гипсовых изделий: уплотнение, пропитка и нанесение водозащитных веществ, добавление извести-кипелки.

При обжиге гипсового камня до температуры  $800-950^\circ\text{C}$  с последующим помолом получают высокообжиговый гипс. Он обладает повышенной водостойчивостью и прочностью, и его применяют для изготовления различных строительных изделий, а также для устройства полов.

Наиболее широкое распространение в практике современного строительства имеет **портландцемент**. Это гидравлическое вяжущее, обладающее свойством при затворении на воздухе и в воде превращаться в камневидное вещество, прочность которого набирается в течение нескольких лет. Портландцемент применяется как вяжущее вещество при изготовлении

бетонных и железобетонных изделий, а также при изготовлении различных растворов.

Получают портландцемент из сырьевой смеси, содержащей углекислый кальций и глину, или из природных известняковых мергелей. В результате обжига смеси или мергеля до спекания получается клинкер, который тонко размалывается, образуя зеленовато-серое порошкообразное вяжущее вещество - портландцемент.

Сырьевая масса состоит из (в %):

- *окиси кальция* ( $\text{CaO}$ )      2-6
- *кремнезема* ( $\text{SiO}_2$ )      19-24
- *глинозема* ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )      4-7
- *окиси железа* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )    60-67

В зависимости от имеющегося оборудования и свойств сырья последнее подготавливают двумя способами: сухим и мокрым. При наиболее распространенном мокром способе сырье размалывается в мельнице и попадает в бассейн, где в результате измельчения и перемешивания образуется сметанообразная масса - **шлам**.

Шлам поступает на обжиг, который происходит во вращающихся печах - металлических барабанах длиной до 185 м, диаметром до 5 м, облицованных внутри огнеупорным материалом. Печь установлена с наклоном и действует непрерывно, вращаясь со скоростью 1 - 2,5 оборота в минуту.

Шлам поступает в верхний конец печи и при ее вращении перемешивается сначала в зону спекания в клинкер, где температура достигает  $1500^\circ\text{C}$ , а затем в зону охлаждения.

После обжига клинкер выдерживают 10-15 дней на складе. В это время гасится имеющаяся в клинкере свободная известь. Затем клинкер поступает на помол в мельницы.

Получившийся портландцемент направляют в силосы для хранения, где его охлаждают, после чего используют.

Качество цемента определяют пределом прочности его при сжатии. В зависимости от этого установлено шесть марок цемента: 200, 300, 400, 500, 600. Прочность цемента на растяжение в 10-20 меньше, чем на сжатие.

Цемент хорошо сцепляется со сталью, что имеет важное значение для изготовления железобетона. При схватывании и твердении цемента выделяется тепло. Начало схватывания цемента, затворенного водой, наступает не ранее чем через 45 минут после затворения, а заканчивается не позже чем через 12 часов.

При твердении происходят сложные процессы: сначала растворение и взаимодействие с водой клинкерных минералов, затем схватывание (коллоидация) с образованием студня (геля) и наконец, уплотнение и кристаллизация до образования прочного цементного камня.

В трехдневном возрасте цемент приобретает 40-50% прочности, а в семидневном 60-75% расчетной 28-дневной прочности, затем через два-три года увеличивает ее до 200% и более.

Скорость схватывания цементов резко возрастает под действием высокой температуры во влажной среде. Цементный раствор при пропаривании в температуре 70-90<sup>0</sup>С набирает через 12-15 часов до 90% расчетной 28-дневной прочности.

Кроме обычного портландцемента промышленность производит быстротвердеющие, белые, цветные, сульфатостойкие и другие цементы.

Быстротвердеющий цемент марки 600 (в 28-дневном возрасте) через сутки уже имеет марку 200-400. Такой цемент получают, изменяя состав клинкера, а также за счет тонкости помола.

Применяя быстротвердеющий цемент, можно получить бетонные изделия необходимой прочности через 1-2 суток без применения термовлажностной обработки.

Белые цветные цементы применяют для отделочных работ и для изготовления архитектурных изделий. Для получения белого цемента применяют сырье с малым содержанием окислов железа и марганца, а обжиг ведут по специальному режиму. Цветные цементы получают, добавляя к белому цементу щелочестойкие минеральные пигменты.

Сульфатостойкий цемент предназначен для железобетонных конструкций и растворов, находящихся в морской воде.

Пластифицированный цемент получают совместным измельчением клинкера со специальными добавками.

Такой цемент обладает повышенной пластичностью, он удобен для кладки растворов и бетонов, повышает их морозостойкость и их водонепроницаемость.

Гидрофобный цемент получают совместным измельчением клинкера с гидрофобизирующей (не смачиваемой водой) добавкой. Такой цемент долго хранится даже во влажной среде, не снижая своих качеств, и обладает повышенной пластичностью. Бетоны, сделанные на гидрофобном цементе, обладают малым водопоглощением и водопроницаемостью, повышенной морозостойкостью.

Выпускают также и специальные цементы: противокислотные, расширяющие.

Применяя местное сырье, можно изготавливать низкомарочные цементы: шлаковые, известково-шлаковые, известково-зольные, известково-пуццолановые. Эти цементы возможно применять, когда не требуются высокие прочностные характеристики.



## Органические вяжущие вещества

Органические (битуминозные) вяжущие вещества бывают природные и получаемые при переработке нефти или сланцев. Важнейшие свойства: способность связывать минеральные вещества (песок, гравий, шлак) и сцепляться с деревом и металлами. Имеют повышенную водопроницаемость и небольшую плотность от 0,8 до 1,3 г/см<sup>3</sup>.

Органические вяжущие термопластичны (под действием температуры размягчаются, а при остывании твердеют). Они способны растворяться в органических растворителях, химически стойки. Они широко применяются в строительстве для изготовления кровельных и гидроизоляционных материалов, для устройства дорог, тротуаров, полов, для защиты металла и бетона от коррозии. Применяются, как правило, с растворителями (нефть, бензин, керосин, бензол), наполнителями являются различные минеральные порошки, песок, гравий, шлак.

Битумы выпускают шести марок: 0, I, II, III, IV, V. Температура размягчения битума возрастает и зависит от марки. Битум I марки размягчается при 25<sup>0</sup>С, марки II при 40<sup>0</sup>С, марки III при 45<sup>0</sup>С, марки IV при 70<sup>0</sup>С, марки V при 90<sup>0</sup>С. Для строительства применяют битумы марок III, IV, V, для дорожных работ битумы марок 0, I, II, III. На органических вяжущих также, как и на неорганических, готовят растворы и бетоны.

## 2.4. Строительные растворы

Строительные растворы для каменных работ состоят из вяжущего, мелких заполнителей и воды.

Растворами для кладки фундаментов, стен и столбов связывают отдельные камни, блоки или панели различных размеров и формы, а также замоноличивают сборные конструкции с целью равномерной передачи воспринимаемых ими усилий и предохранения стен от продувания и проникновения влаги.

Штукатурными растворами покрывают поверхности стен и перегородок, потолки и фасады зданий.

Штукатурные растворы бывают *обычные, декоративные, теплоизоляционные, гидроизоляционные, звукопоглощающие.*

В зависимости от вида вяжущего, применяемого для их приготовления, растворы бывают *цементные, известковые, гипсовые.* Если в растворе используют два вяжущих вещества, раствор называют **сложным** (цементно-известковый, гипсоизвестковый).

Различают растворы и по весу на единицу объема: обыкновенные (тяжелые) с объемным весом 1500 кг/м<sup>3</sup> и более легкие с объемным весом менее 1500 кг/м<sup>3</sup>.

Заполнителями в растворах являются кварцевый песок, пемза, ракушечник, шлак. Размер зерен песка в растворе не должен превышать для кирпичной кладки 2,5 мм, для бутовой кладки 5 мм, для штукатурки 1,2 - 2,5 мм.

Состав раствора определяется объемным или весовым соотношением вяжущего и наполнителя. Например, в цементном растворе состава 1:3 (цемент : песок) имеется одна весовая или объемная часть цемента и три части песка. В смешанном растворе 1:2:9 (цемент : известь : песок) содержится одна часть цемента, две части извести и девять частей песка.

Состав раствора выбирают в зависимости от назначения раствора, необходимой прочности, вида конструкции, сезона, производства работ, свойств вяжущего вещества и наполнителя.

Большое значение для экономного расходования вяжущих и удобства применения растворов имеет правильный подбор состава раствора.

В случае неправильного подбора состава раствора происходит его расслоение, особенно при транспортировке по трубопроводам.

Одной из важнейших свойств раствора является *удобоукладываемость*, а после затвердевания - *способность приобретать необходимую прочность, хорошо сцепляться с камнем или бетоном*.

**Удобоукладываемость** — способность раствора укладываться на основание тонким и однородным слоем, прочно сцепляющимся со всей поверхностью. Это свойство зависит от пластичности и подвижности свежеприготовленного раствора. В свою очередь, пластичность и подвижность определяются его составом, введением различных пластифицирующих добавок и тщательным перемешиванием.

По прочности затвердевания растворы делят на марки, характеризующиеся пределом прочности образцов на сжатие в кг/см<sup>2</sup> в 28-дневном возрасте. Для растворов установлены марки 2, 4, 10, 25, 50, 100, 150, 200. Прочность раствора зависит от активности применяемого вяжущего вещества и от соотношения вяжущего и воды, расходуемых на приготовление раствора.

Как правило, растворы готовят централизованно на специальных заводах. На растворных заводах применяют стационарные растворомешалки емкостью 325 и 750 л, а на стройках - передвижные емкости 80 и 150 л.

Материалы, составляющие раствор - вяжущие и заполнители - загружают в барабан, где они перемешиваются с водой, поступающей из дозирочного бака. Полученный раствор идет в раздаточный бункер, установленный со стороны, противоположной загрузочному ковшу.

В качестве вяжущего в асфальтовых растворах применяют смесь нефтяного или природного битума с тонкомолотыми добавками (известняк, доломит, шлак), повышающими твердость и температуру размягчения битума. Вяжущие смешивают с песком или мелким гравием.

В асфальтоварочный котел засыпают приготовленную и высушенную смесь заполнителей с расплавленным битумом и нагревают ее до 170-180<sup>0</sup>С, непрерывно перемешивая.

Готовая смесь называется **литым асфальтом** и используется для покрытия тротуаров, плоских крыш, устройства гидроизоляционных слоев.

Кроме горячих асфальтовых растворов, применяют и холодные растворы, изготавливаемые из разжиженных битумов с использованием заполнителей.

## 2.5. Бетон и железобетон

**Бетон** — это искусственный камневидный материал, получаемый из бетонной смеси, в которую входят цемент, вода, мелкий заполнитель (кварцевый песок) и крупный заполнитель (щебень, гравий).

При химическом взаимодействии воды и цемента образуется **цементный камень**: бетонная масса переходит из пластичного полугустого состояния в твердое. Заполнители придают бетону жесткость, предохраняют его от образования трещин и усадки (уменьшения в объеме).

По объему бетон состоит на 80 - 90% из дешевых природных материалов: песка, гравия, щебня. При изменении количества и вида вяжущего вещества и заполнителя можно получить бетон с различными свойствами, которые необходимы при строительстве данной конструкции.

Бетон находит очень широкое применение в строительстве, так как он имеет высокую прочность, огнестойкость, морозостойкость. Бетон можно применять для изготовления самых различных строительных конструкций любого объема и формы, бетон прост в приготовлении, а основные его составляющие являются местными материалами. Только около 10% от объема бетона попадает на долю цемента, который является продуктом заводского производства.

Обладая большой прочностью при сжатии, бетон плохо сопротивляется нагрузкам на растяжение и изгиб. С целью устранения этого недостатка бетон армируют, укладывая в него стальную арматуру которая хорошо воспринимает нагрузки на растяжение.

Применение в строительстве железобетона (сочетание бетона и стальной арматуры) позволяет сократить область применения дорогостоящих и дефицитных конструкций из металла, дерева и других материалов.

По объемному весу различают пять видов бетона.

**Особо тяжелый бетон** с объемным весом  $2700 \text{ кг/м}^3$  и более применяется для строительства сооружений, в которых требуются высокие прочностные характеристики.

**Обыкновенный (тяжелый) бетон** с весом на единицу объема от  $2200$  до  $2400 \text{ кг/м}^3$  применяется для возведение несущих конструкций зданий и сооружений (фундаментов, каркасов здания, перекрытий).

**Облегченный бетон** с объемным весом от  $1800$  до  $2200 \text{ кг/м}^3$ .

**Легкий бетон** с объемным весом  $1200 - 1800 \text{ кг/м}^3$ . Используют в стенах и перекрытиях зданий.

**Особо легкий бетон** с объемным весом от  $300$  до  $1200 \text{ кг/м}^3$  (чаще всего  $600 - 800 \text{ кг/м}^3$ ) получают путем искусственного создания в теле бетона замкнутых ячеек воздуха или газа (ячеистый бетон) или применением очень легких заполнителей. Такой бетон весит от  $600 \text{ кг/м}^3$  может быть использован как термоизоляционный материал для ограждающих конструкций.

По прочности бетон делят на марки, характеризующие пределом прочности на сжатие образца  $20 \times 20 \times 20 \text{ см}$  в возрасте 28 дней, выраженным в  $\text{кг/см}^2$ . Для тяжелого бетона установлены марки 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400,

500, 600. При производстве железобетона не разрешается применять бетон марки менее 100. Легкие бетоны имеют дополнительно марку 35, а ячеистые при использовании их для теплоизоляции имеют марки 5, 10, 15, 25.

По назначению в строительстве различают бетон *обычный*, *гидротехнический* (для плотин, шлюзов, каналов), *повышенной сопротивляемости истиранию* (для дорог, полов), *специальный* (кислостойкий, жаропрочный).

Особой разновидностью тяжелых и легких бетонов являются *крупнопористые бетоны*, изготавливаемые без мелкого заполнителя (песка) и с ограниченным количеством вяжущего. Образованные в бетоне равномерно распределенные пустоты уменьшают его объемный вес и теплопроводность. Такие бетоны используют для устройства стен при наличии на месте дешевых заполнителей крупностью от 5 до 40 мм. Объемный вес в зависимости от заполнителя варьируется от 700 до 1900 кг/см<sup>3</sup>.

Для того чтобы бетон удовлетворял определенным требованиям, подбирают соответствующий состав и способ его изготовления.

В цементных бетонах основным вяжущим материалом является цемент, выбор которого зависит от назначения бетона.

Наибольшее распространение имеют портландцемент, магнезиальный портландцемент, шлакопортландцемент, марка которого должна быть выше проектной марки бетона. При получении бетона марки 200 берут цемент марки 400.

Из мелких заполнителей для тяжелого бетона применяют природные кварцевые пески, обладающие большими прочностными характеристиками и морозостойкостью. Для легких бетонов используют природные пески (туфовые, пемзовые), пески из топливных шлаков, из вспученных глиняных материалов и вулканических пород (перлит).

Крупными заполнителями в тяжелых бетонах являются гравий, каменный или кирпичный щебень с крупностью зерен от 5 до 150 мм. Для приготовления сборных конструкций и деталей крупность заполнителя не превышает 40 или 70 мм.

Для легких бетонов заполнителями служат пемза, вулканические туфы, ракушечники, а также отходы производств, обожженная глина и другие, имеющие объемный вес от 300 кг/м<sup>3</sup> (керамзит) до 1000 кг/м<sup>3</sup> (шлаки).

Бетонные смеси при определенном содержании цемента бывают жесткие и пластичные в зависимости от количества воды.

Пластичные смеси подвижны, легко укладываются в форму и растекаются в ней, заполняя все уступы и углубления.

Жесткие смеси усложняют укладку бетона, но делают его более прочным и быстрее твердеющим при одновременном уменьшении расхода цемента.

Подвижность бетонной смеси определяется с помощью металлического конуса без днища высотой 30 см с диаметром верхнего основания 10 см и нижнего 20 см. В конус укладывают три слоя бетона. Каждый из них штукатурят металлическим стержнем. Затем конус снимают с бетона. По осадке бетонной смеси определяют ее пластичность.

Отношение веса воды в смеси к весу цемента называют *водоцементным отношением*. Чем меньше водоцементное отношение, тем жестче смесь. Для жестких бетонов водоцементное отношение предусмотрено 0,3, а для более пластичных 0,45 - 0,6.

Заполнители для бетона — щебень, гравий, песок — проходят специальную подготовку и обогащение при помощи различных механизмов.

Бетон затвердевает в обычных атмосферных условиях и набирает расчетную прочность через 28 дней. Ускорение твердения бетона достигается при повышении температуры до 90<sup>0</sup>С и влажности. Такие условия создаются в специальных пропарочных камерах при атмосферном давлении или повышенном давлении, в автоклавах, которые ускоряют процесс твердения бетона. Процесс ускорения твердения бетона также можно достигать электропрогревом и добавлением к цементу химических ускорителей.

Сочетание бетона со стальной арматурой (железобетон) широко применяют в строительстве.

В качестве арматуры в железобетонных конструкциях применяют обычную круглую сталь диаметром от 4 до 40 мм (гибкая арматура) и реже - стальные прокатные профили (жесткая арматура).

Для экономии металла и улучшения сцепления бетона с арматурой применяют горячекатаную арматуру периодического профиля.

Особой разновидностью железобетона является *армоцемент*. К нему относится мелкозернистый цементно-песчаный бетон марки не менее 400, часто и равномерно армированный стальными сетками, сотканными из тонкой проволоки диаметром 0,4 - 1,2 мм с размером ячеек 5 - 10 мм.

Несмотря на малую толщину армоцементных скорлуп (15 - 30 мм), они очень прочны и водонепроницаемы.

**Гипсобетон** получают смешиванием гипса, воды, добавок и заполнителей. В качестве добавок используют древесные или другие волокна, опилки, бумажную массу. Заполнителями также служат котельные шлаки, кирпичный щебень и другие пористые материалы.

**Асфальтобетон** состоит из смеси асфальтового раствора и заполнителя (карьерного щебня или гравия, размер которого может достигать 35 мм в зависимости от толщины слоя бетона).

Каменные заполнители и тонкий заполнитель (тонкомолотый известняк, доломит, шлак) после отсеивания на вибрационном грохоте поступают в сушильный барабан установки, где просушиваются и нагреваются до 180 - 200<sup>0</sup>С. Затем заполнители загружают в мешалку с лопастями, куда насосом подается битум, расплавленный при 150-175<sup>0</sup>С.

Применяют асфальтобетон для устройства покрытий автомобильных дорог, а также полов в производственных помещениях. Предел прочности асфальтобетона при сжатии от 6 до 25 кг/см<sup>2</sup>.

## 2.6. Строительная керамика

Основным сырьем для изготовления строительной керамики (кирпича, керамических блоков, облицовочных плиток, дренажных труб) служит глина.

Глина обладает большой пластичностью, позволяющей придавать изделию различную форму, которая сохраняется после высыхания. После обжига получается твердый и прочный каменный материал, который не размокает в воде.

После обжига керамика получает готовую по фактуре и цвету поверхность, которую можно облагораживать, окрашивая массу или нанося на поверхность цветные покрытия (матовые или стекловидные [глазурованные изделия]).

Строительная керамика долговечна. Используя различное сырье и специальную технологию приготовления, можно получить изделия с заданными качествами. Например, огнеупорную или теплоизоляционную керамику.

Объемный вес керамических материалов может составлять от 300 до 2300 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии достигает 5000 кг/см<sup>2</sup> и более, водопоглощение от 0 до 70 % в зависимости от сырья и технологии изготовления.

Строительные керамические материалы применяют для устройства стен, перекрытий, кровель, полов, облицовок.

Все керамические материалы можно разбить на две группы: *плотные*, имеющие водопоглощение до 5 %, и *пористые*, водопоглощение которых более 5%.

Формуют керамические изделия пластическим и полусухим способом, а также используют шликерное литье.

При пластическом способе формования глина вначале дробится, а затем подается в глиносмеситель, в котором перемешивается с добавлением воды. Влажность формовочной массы при этом способе формования находится в пределах 20 - 25%. Формование осуществляется на ленточных прессах с последующей разрезкой бруса на отдельные кирпичи. Полученный сырец подвергается сушке до влажности 5%, после чего высушенный сырец укладывается в вагонетки и обжигается в специальных печах при температуре 950 - 1050<sup>0</sup>С. Обжиг строительной керамики — один из самых ответственных этапов, так как в его процессе могут образоваться трещины в изделии.

При полусухом способе формования глина сначала дробится на вальцах и подсушивается в специальных барабанах до влажности 5 - 8%. Высушенная глина измельчается в дезинтеграторах и подается в смеситель, где увлажняется до 10 - 12%. Формование сырца производится на специальных прессах с усилием прессования 30 - 50 МПа. Обжиг сырца при этом способе формования производится при температуре 1000 - 1100<sup>0</sup>С.

Шликерным литьем отформовывают изделия сложной формы: раковины, санитарно-технические изделия.

В соответствии с ГОСТ 530-95, керамический кирпич и керамические камни изготавливаются следующих размеров, мм:

250x120x65 - *одинарный* или *условный* кирпич

250x120x88 - *утолщенный* или *модульный* кирпич

250x120x138 - *керамический* камень

Модульный кирпич и керамические камни выпускаются пустотелыми. К этим материалам предъявляют требования по прочности, средней плотности, теплопроводности, морозостойкости и другим показателям.

По пределу прочности при сжатии с учетом прочности при изгибе ( $\text{кгс}/\text{см}^2$ ) кирпич подразделяется на следующие марки: 300, 250, 200, 175, 150, 125, 100, 75.

По морозостойкости кирпич делится на 4 марки: 50, 35, 25, 15.

Керамические материалы подразделяются на *рядовые* и *лицевые*. Лицевые используются для облицовки фасадов.

Кроме глины, при производстве кирпича применяют отощающие, выгорающие и пластифицирующие добавки.

Применяются в строительстве и облицовочные керамические камни и плиты из светлоглазущихся и цветных глин. Для облицовки внутренних поверхностей стен обожженные керамические плитки и детали покрывают с лицевой стороны глазурью, для облицовки печей используют изразцы в виде глиняных обожженных изделий, покрытых глазурью.

Плитки для полов представляют собой обожженные глиняные плитки с цветными примесями. Их выпускают различной формы: квадратной, прямоугольной, шестигранной. Размер варьируется от 50 до 150 мм, толщиной от 10 до 13 мм.

Из цветных керамических масс изготавливают *ковровую мозаику* - мелкие плитки разной формы и размером 23x23 или 48x48 мм, толщиной 6 - 8 мм, которые наклеивают на бумагу (в виде ковриков с размерами 600x600 мм или 400x600 мм) по заданному рисунку. В таком виде коврики доставляются на строительный объект.

Распространен в строительстве и кровельный керамический материал - черепица, представляющая собой фасонные плитки различных размеров и разной формы.

## 2.7. Безобжиговые каменные материалы

Недостаток строительной керамики в том, что на обжиг и сушку расходуется много топлива, а также в том, что из керамики невозможно изготавливать изделия крупных размеров, поэтому в строительстве широко применяют искусственные безобжиговые каменные материалы, из которых большое значение получили силикатные или автоклавные строительные материалы и изделия.

**Силикатные изделия** изготавливают прессованием под большим давлением из кварцевого песка (92 - 94 %) в смеси с воздушной известью (6 -

8%) с добавлением воды для гашения извести и получения известково-песчаного раствора необходимой влажности для прессования.

Твердеют силикатные изделия в течение 10 - 14 часов в автоклавах - герметически закрывающихся котлах диаметром 2 м и более. В эти котлы подается пар высокого давления (8 - 10 атмосфер) при температуре 175<sup>0</sup>С.

Силикатный кирпич имеет те же, стандартные размеры, что и глиняный кирпич (250x120x65 мм), и по прочности подразделяется на марки 75, 100, 150. Выпускают также кирпич, с увеличенной высотой - 88 мм (модульный). Силикатный кирпич широко применяется в строительстве для возведения стен и зданий, но не используется в конструкциях, находящихся во влажной среде, а также для кладки печей и дымоходов.

Цвет силикатных изделий светло-серый, но можно вводить различные пигменты в состав силикатной массы и менять цвет изделия в зависимости от потребности.

Формование кирпича осуществляется под давлением 150 - 200 кг/см<sup>2</sup>, что придает ему необходимую форму и прочность, которая достаточна для укладки в вагонетку.

Практически все процессы изготовления силикатного кирпича механизированы. Сырьем служат дешевые и широко распространенные материалы: кварцевый песок и известь, - по этой причине силикатный кирпич выпускается в больших количествах.

Помимо силикатного кирпича изготавливают силикатные камни и крупные блоки для стен, плиты-перекрытия и другие конструктивные изделия, которые можно при необходимости армировать стальной проволокой и стержнями. Изготавливают также и облицовочные силикатные плитки.

При особом *дезинтеграторном способе* подготовки известково-песчаной смеси можно получить высококачественные плотные силикатные изделия: трубы, черепицу, стеновые блоки.

При смешивании известково-песчаных растворов со специальными пено- или газообразователями получают пено- или газосиликат, который после пропаривания в автоклаве образует пористые легкие и малотеплопроводные изделия. Они достаточно прочные и морозостойкие для применения в ограждающих конструкциях. Эти изделия легко обрабатываются, а арматура, заложенная в них, хорошо сцепляется с силикатобетоном.

Пеносиликатные и газосиликатные изделия могут быть использованы как конструктивные и теплоизоляционные материалы.

Конструктивные пеносиликатные изделия имеют объемный вес 800 -1200 кг/м<sup>3</sup>.

Гипсовые и гипсобетонные изделия в строительстве используют для изготовления перегородочных и других плит, обшивочных и облицовочных листов (сухая гипсовая штукатурка), архитектурных деталей для отделки зданий.

Применять гипсовые и гипсобетонные изделия следует в конструкциях, не подвергающихся увлажнению, так как затвердевший гипс недостаточно



водостоек. Прочность гипсового изделия уменьшается при увлажнении, а также при введении более 2 - 2,5 частей заполнителя на 1 часть гипса.

Перегородочные плиты, панели и аналогичные строительные изделия изготавливают из гипсобетона. В качестве арматуры в гипсовых плитах применяют различные материалы, которые увеличивают прочность изделия при изгибе.

Объемный вес гипсовых изделий составляет 1000 - 1100 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии 25 - 50 кг/см<sup>2</sup>. Объемный вес гипсошлакобетонных изделий 1200 - 1300 кг/см<sup>3</sup>, прочность 20 - 35 кг/см<sup>2</sup>.

Производство изделий из гипса или гипсобетона состоит из приготовления раствора или гипсобетонной смеси, формования изделий, освобождения их из форм и сушки. Формуют изделия на движущемся горизонтальном конвейере или на вращающейся карусельной машине.

Для обшивки стен, потолков и перегородок в строительстве применяют гипсовые обшивочные листы (сухую штукатурку) ГКЛ. Внутренняя часть листов сухой штукатурки состоит из гипсовой массы с добавками древесных волокон, а наружные поверхности и кромки листов покрыты специальным картоном, что повышает их прочность при изгибе. Такие листы изготавливают на машинах конвейерного типа. Длина этих листов 2700 - 3300 мм, ширина 1200 мм, толщина 8 - 10 мм.

Кроме листов сухой гипсовой штукатурки выпускаются листы гипсоволокнистой штукатурки (без обшивки поверхности) ГВЛ. Эти листы состоят из смеси гипса 10% и волокнистой массы (размельченная бумажная макулатура) или древесных отходов с водой. После смешивания с гипсом массу формуют при высоком давлении и пропаривают, после чего высушивают.

**Асбестоцементные материалы** — это кровельные плиты, волнистые кровельные листы (шифер) и профилированные стеновые плиты, плоские листы для обшивки стен (обыкновенные, декоративные-облицовочные), трубы. Их изготавливают из смеси цемента и асбеста путем формования смеси под давлением до 500 кг/см<sup>2</sup> на специальных прессах.

**Асбест** — минерал, имеющий волокнистую структуру и большую прочность волокон на растяжение (выше прочности стали). Асбест не горит, он легкий и обладает низкой теплопроводностью. В асбестоцементных изделиях волокна асбеста образуют армирующую сетку.

Производство асбестоцементных плит и листов ведется следующим образом. Вначале в бегунах, а затем в голлендере (чугунная ванна с ножевым барабаном) происходит распушка (ослабление связи между волокнами) асбеста. В голлендере асбест смешивается с цементом в водной среде. Туда же вводится краситель. После чего асбестоцементная масса путем фильтрования ее через сетчатый барабан последовательно навивается на формовочный барабан листоформовочной машины с бесконечным тонким слоем пленки, где путем отжимных устройств пленка обезвоживается. Когда на барабане листоформовочной машины образуется слой асбестоцемента заданной толщины, последний разрезают на нужные форматы.

В таком виде листы или плитки после предварительного твердения в камере при температуре 50 - 60<sup>0</sup>С в течение 12 - 16 часов, а затем на складе набирают окончательную прочность в течение 7 - 10 суток.

Для получения прессованных плит сырые листы в пачке с прокладными стальными листами прессуют на гидравлических прессах.

Асбестоцементные изделия выпускают следующей номенклатуры:

1. Кровельные плитки размером 40х40 см при толщине 4 мм
2. Волнистые листы для кровель и обшивки стен размером 1200х678х5,5 мм и детали к ним (уголки, лотки, коньки)
3. Полуволнистые листы:
  - а) *обыкновенные*, длина которых 800 - 1200 мм, ширина 553 мм, толщина 6 мм
  - б) *усиленные*, длина которых 1600 - 1850 мм, ширина 1000-1350 мм, толщина 10 мм
4. Несущие волнистые асбестоцементные листы усиленного профиля длиной 1750, 2000, 2500 мм, толщиной 8 мм
5. Плоские облицовочные листы для наружной и внутренней отделки длиной 600 - 1600 мм, шириной 300 - 1200 мм, толщиной 4 - 10 мм выпускают непрессованными, прессованными и прессованными офактуренными
6. Вентиляционные короба
7. Асбестоцементные трубы безнапорные с внутренним диаметром от 44 до 576 мм длиной 4000 мм и напорным диаметром от 50 до 960 мм длиной 3000 -4000 мм
8. Теплоизоляционные асбестовые материалы без цемента: асбестовый картон, асбестовый войлок и асбестовые шнуры

## **2.8. Природные каменные материалы**

В строительстве широко используют такие материалы и изделия, которые производят из различных горных пород, подвергая их механической обработке: дроблению, раскалыванию, распиливанию, шлифованию и полировке.

Легкие и пористые породы, такие как пемза, ракушечник, туф и другие, применяются для кладки стен. Гранит, известняк, песчаник и другие плотные каменные материалы идут для облицовки стен и полов, в виде бута (камня неправильной формы) - для кладки фундаментов, в виде щебня - для производства бетонных и железобетонных изделий.

Для приготовления бетонов и растворов применяют сыпучие каменные материалы (песок, гравий).

Из горных пород делают различные керамические изделия, вяжущие вещества, теплоизоляционные материалы, стеклянные и другие изделия.

По происхождению природные каменные материалы разделяются на *изверженные, осадочные и метаморфические* (видоизмененные) породы.

К числу изверженных пород, применяемых в строительстве, относятся граниты, лабрадориты, базальты, вулканические туфы, пемза и другие породы, которые добывают в виде глыб и кусков разной величины.

К осадочным породам можно отнести глины, пески, гравий, песчаник, гипс, известняк, магнезит, мел, трепел и другие.

К видоизмененным породам относятся мрамор, кварциты, гнейсы, сланцы.

Каменные породы состоят из минералов (кварца, слюды и других) и химических соединений, образующихся в результате различных процессов, которые происходят в земной коре. Природные каменные материалы делятся на *тяжелые* и *легкие* (пористые и ячеистые), *плотные* и *сыпучие*. Плотные природные каменные материалы - гранит, диабаз, мрамор и другие - имеют объемный вес 2500 - 3000 кг/м<sup>3</sup>, пористые (мел, трепел) – 600 - 1000 кг/м<sup>3</sup>, ячеистые (ракушечник, туф, пемза) – 500 - 1700 кг/м<sup>3</sup>.

Теплопроводность каменных материалов зависит от их плотности. Хуже всех проводят тепло ячеистые и пористые материалы.

Почти все каменные материалы обладают высокой рабочей температурой, а их прочность зависит от плотности породы и ее структуры. Предел прочности плотных материалов при сжатии может достигать почти 5000 см/см<sup>2</sup>, а ячеистых максимально 200 кг/см<sup>2</sup>.

Блоки и плиты из гранитов, известняков и декоративных песчаников применяют для наружной облицовки, входных площадок, а также для устройства полов. Мрамор используют для внутренней отделки помещений (облицовки стен, полов). Вулканические туфы можно использовать как для внутренней, так и наружной облицовки стен.

Большинство природных каменных материалов долговечны, атмосфероустойчивы и имеют красивый внешний вид, благодаря чему они находят применение в общественных сооружениях и в облицовке набережных. В массовом строительстве для возведения стен или облицовки плотные каменные материалы, как правило, не применяются ввиду трудностей обработки, большого объемного веса (следовательно, и большой теплопроводности), а также сравнительно высокой стоимости.

В строительстве каменные изделия и материалы применяются в следующих видах:

**Грубо обработанные каменные породы.** К ним можно отнести бутовый камень неправильной формы, который добывается при взрывных работах или выломкой из слоистых пород. Как правило, применяется для устройства фундаментов.

**Щебень** — это куски размером до 150 мм, которые производят при дроблении камня.

**Песок и гравий** — рыхлая смесь зерен горного, речного или морского залегания. Зерна имеют размер 0,15 - 5 мм, гравия 5 - 40 мм, а крупного гравия до 150 мм.

Горный песок и гравий добывают открытым способом при помощи экскаваторов и других машин, а затем очищают от различных примесей, которые вредны при производстве растворов и бетонов. Промывку осуществляют на пескомойках. После этого просеивают через сито.

Речной песок и гравий добывают машинами, всасывающими породу со дна водоема и транспортирующими ее к месту отвалов, где песок и гравий обезвоживают.

Каменный щебень получают на щековых и конусных дробилках, а затем сортируют по фракциям (размерам), необходимым для подбора экономичного и плотного состава бетона. Сортируют на вращающихся грохотах или наклонных вибрационных ситах, промывая водой.

К изделиям из природного камня можно отнести штучный камень, плиты, ступени, подоконники. Эти изделия разной формы с поверхностью, обработанной теской, шлифованием, полировкой и другими способами.

Природный камень добывают в карьерах, там же придают ему нужные размеры, обрабатывают и доставляют на строительные объекты в готовом виде. Заготовка и обработка камня в карьерах и на камнеобрабатывающих заводах полностью механизирована. Распиливание камня выполняют на пильных рамах, шлифование и полирование на полировальных станках.

Изготовление фигурных каменных элементов тоже механизировано. Плиты разрезают и опиливают их кромки на фрезерных станках. Все операции на механизированных станках выполняют с применением резцов, изготовленных из специальных абразивных материалов как природных, так и искусственного происхождения, которые обладают высокой твердостью. К природным абразивам относятся песок, песчаник, наждак, а к искусственным алмаз, корунд, карборунд. Абразивные материалы могут применяться в виде отдельных зерен, кругов и брусков.

Из мягких пород камня (ракушечников, известняков) с помощью специальных камнерезных машин прямо в карьере при полной механизации процессов получают блоки и камни заданных размеров.

Твердые породы камня распиливают на специальной пилораме, в конструкцию которой входит станина, пильная рама с натянутыми стальными полосами, механизм опускания рамы, привод и тележка. Куски камня, которые предназначены для распиливания, устанавливают и закрепляют на тележки, которые закатывают под пильную раму. Куски камня или каменные блоки посыпают кварцевым песком. Натянутые на раме стальные полосы движутся вперед и назад, опускаясь одновременно с рамой. При этом каменный блок поливают водой, а в места пропилов под стальные полосы подсыпают новые порции абразива - песка. Так в результате распиливания получают отдельные плиты.

При обрезке кромок плит или разрезании их на меньшие размеры применяют фрезерные станки с металлическими дисками, режущая часть которых покрыта карборундовой массой. Диск вращается от электродвигателя, а горизонтально установленная на столе станка плита перемещается вместе с ним. В станках других конструкций при фрезеровании перемещается диск, а стол остается неподвижным. Для изготовления профильного изделия вместо диска применяют фигурные карборундовые фрезы.

Для шлифования и полирования каменных изделий в целях достижения гладкой поверхности применяют различные стационарные и передвижные

станки. На стационарных станках плиты закрепляют неподвижно так, чтобы подлежащая обработки поверхность находилась в строго горизонтальном положении. Шлифуют карборундовым кругом, который приводится во вращение электродвигателем. Вращающийся круг укрепляют двухколенным шарниром и перемещают вручную по плоскости изделия.

Вначале производят грубую обработку детали (обдирку), а затем, меняя шлифовальные круги, выполняют более тонкую обработку поверхности (лощение).

Полировка отличается от шлифования применением более тонких абразивных порошков. В этом случае на круг надевают войлок. Для шлифования и полировки каменных полов, а также при производстве штучных изделий (ступени, подоконники) применяют передвижные шлифовальные станки.

Разнообразные формы и характер поверхности камня (его фактура) достигается обработкой различными ручными и пневматическими инструментами. К ручным инструментам для тески плоских поверхностей относятся закольник, шпунт, скарпель, тесовик, бучарда, а для тески мелких фигурных деталей - фигурные шпунты, скарпели и троянки.

Применение наконечников из керамических материалов существенно облегчает обработку камня. Широкое применение находят пневматические инструменты в виде различных пневматических молотков с набором сменных рабочих частей. При помощи этих инструментов получают различные фактуры камня: рваную, ноздреватую, штриховую, плоскорельефную, гладкую.

При изготовлении изделий из камня применяют контрольно-измерительный инструмент и металлические уголки.

Гранитные облицовочные плиты, а также плиты из известняка и туфа обычно выпускают толщиной 6 - 8 см и с размерами каждой стороны около 1-1,5 м, мраморные плиты - толщиной 2 - 3 см и несколько меньших размеров по длине и ширине.

Скульптурные или сложно орнаментированные изделия из камня изготавливают при помощи пунктирного прибора, который помогает мастеру перевести с оригинала (скульптуры или орнамента) на обрабатываемый камень основные точки, характеризующие рельеф (выпуклости и впадины) поверхности оригинала.

Изготовленные плиты или изделия доставляют на стройку в упаковке, предохраняющей их от повреждений.

## 2.9. Кровельные и гидроизоляционные материалы

**Пергамин** – материал, изготовленный путем пропитки кровельного картона битумом. Он выпускается марок П-300 и П-350 в рулонах площадью 20 м<sup>2</sup> при ширине 1000, 1020, 1050 мм. Применяется пергамент как прокладочный материал под слой рубероида или других материалов, а также для устройства пароизоляции в чердачных перекрытиях.

**Стеклорубероид** - получают путем двустороннего нанесения тугоплавкого нефтяного битума на стекловолоконный материал. Выпускают 2 вида стеклорубероида: *кровельный* и *подкладочный*. Одна из сторон стеклорубероида может иметь крупнозернистую чешуйчатую посыпку, противоположная сторона покрывается мелкозернистой или пылевидной посыпкой во избежание склеивания полотна.

Стеклорубероид выпускается в рулонах площадью 10 м<sup>2</sup> при ширине 960 и 1000 мм. Он используется как в верхних, так и во внутренних слоях многослойной рулонной кровли.

**Гидроизол** производится пропиткой асбестового или асбестоцеллюлозного картона нефтяным битумом. Он выпускается двух марок ГИ-Г и ГИ-К в рулонах площадью 20 м<sup>2</sup> при ширине 950 мм. Он также посыпается слоем талька. Гидроизол является биостойким и исключительно долговечным материалом, поэтому его применяют для гидроизоляции при строительстве гидротехнических сооружений.

**Металлоизол** изготавливается из отожженной алюминиевой фольги толщиной 0,2 - 0,5 мм, покрытой с обеих сторон смесью тугоплавкого нефтяного битума с асбестовым волокном или резинобитумной смесью. Металлоизол выпускают марок МА-5560 и МА-270 в виде рулонов площадью 10 м<sup>2</sup> при ширине 460 мм. Металлоизол является очень долговечным материалом.

**Фольгоизол** — рулонный материал, изготавливаемый из тонкой рельефной фольги, покрытой с нижней стороны слоем резинобитумного или полимерно-битумного вещества, смешанного с минеральным наполнителем и антисептиком. Фольгоизол подразделяется на *кровельный* и *гидроизоляционный*. Его выпускают площадью 10 м<sup>2</sup> при ширине полотна 960 и 1000 мм. Фольгоизол является очень долговечным материалом.

**Керамическая черепица** традиционно бывает 3 видов: *плоская* (бобровый хвост), *пазовая* (замковая) и *желобковая*. Подразделяется на *основную*, *коньковую*, *специальную*.

**Цементно-песчаная черепица** производится прессованием полусухой растворной смеси кварцевого песка и цемента. Приобретает прочность путем твердения. Набор прочности такой черепицы происходит годами. Имеет большую массу. С целью придания различных цветов в нее добавляют минеральный пигмент. Срок службы песчано-цементной черепицы составляет около 100 лет.

**Полимерно-песчаная черепица** является полусинтетическим материалом. Получают ее прессованием при температуре 300<sup>0</sup>С отходов

полиэтилена и других материалов (приблизительно 30 %) и песка крупностью до 3 мм (70 %), в состав также входят минеральные пигменты. Масса такой черепицы составляет приблизительно  $40 \text{ кг/м}^2$  с размерами  $300 \times 400 \times 8$  мм. Полимерная черепица имеет высокую био- и химическую стойкость, морозостойкость не менее 200 циклов и водопоглощение 0,6 %. Гарантированный срок службы ее составляет 20 лет, а реальный 50 лет.

**Гибкая черепица** представляет собой тонкие плитки прямоугольной или шестиугольной формы. Длина плиток может достигать 1000 мм при ширине 300-400 мм и толщине 3-4 мм. Получают на основе стеклоткани, стеклохолста и битума, на лицевую сторону посыпают крошку гранита или базальта. Для улучшения качества производится двух-/трехслойная черепица. Для предотвращения произрастания мха в качестве защитного покрытия напыляют медь или цинк. Масса черепицы  $20 \text{ кг/м}^2$ . Гарантированный срок службы 35 лет.

**Битумная черепица** не подвергается гниению, относительно легкая ( $8 \text{ кг/м}^2$ ) и гибкая. Ее можно применять на сложных крышах с углом наклона не менее 12 градусов. Срок службы не менее 50 лет. Выпускается также мягкая битумная черепица, облицованная медным листом или цинком. Состоит из 8 слоев, толщина такой черепицы 6 мм.

**Металлическая черепица** выпускается в виде штучных листовых изделий. При ее получении на металлическую поверхность наносят цинковое покрытие  $275 \text{ г/м}^2$ . Затем листы прокатывают в профнастил с последующей поперечной штамповкой для получения гофр и придания натурального вида черепицы. Высота гофра составляет от 10 до 23 мм. Геометрия листа определяет не только дизайн, но придает жесткость и компенсирует температурные деформации. Помимо стального оцинкованного листа при производстве металлочерепицы используют медь, алюминий и титановые покрытия. Срок службы такого кровельного материала может достигать 100 - 150 лет. Черепицу выпускают композитной. Ее основу составляет стальной лист. Отличается многослойной структурой и размерами листа  $1220 - 1370$  мм, ширина составляет  $370 - 430$  мм. Масса одного листа  $2,5 - 3,5$  кг. Используется в крышах с наклоном  $12 - 90$  градусов.

**Кровельная медь** содержит в своем составе медь, фосфор, кислород. Наиболее широко распространена медная лента толщиной  $0,3 - 0,6$  мм и шириной  $600 - 700$  мм. Срок службы данного материала составляет 150 - 200 лет. Относится к пластичным материалам, подходит для сложной конфигурации. Окисляется и покрывается пленкой. Имеет стабильные геометрические размеры.

**Кровельные панели** имеют трехслойную структуру, толщина листов составляет  $0,5 - 0,7$  мм. Как правило, имеет три слоя: 2 слоя металла и слой теплоизоляционного материала. По способу производства бывают *клееные* и *поэлементной сборки*. Клеевые панели изготавливают в заводских условиях, поэлементные непосредственно на строительной площадке. В качестве теплоизоляционного материала применяют плиты из минеральной ваты (на основе стекла и базальтового волокна), а также пенополистирола и других

материалов. Наиболее эффективным считается пенополиизоцианурат. Он имеет высокую огнестойкость.

**Кровельная сталь** может применяться в виде плоских профилированных листов. Получают ее из мягкой углеродистой стали горячим способом или холодной прокаткой. Для предохранения от коррозии покрывают слоем цинка или медью.

**Фальцевые кровли** выполняются из листового материала, который не подвергается штамповке и профилированию.

**Мастики** получают при смешивании органических вяжущих веществ с минеральными наполнителями и различными добавками. Внешне представляют собой жидко-воздушную массу, которая впоследствии напыляется на поверхность (в 2-3 слоя), отвердевает и превращается в монолитное бесшовное покрытие. Чем меньше сухой остаток, тем тоньше. Вяжущим веществом в мастиках служат битумы, полимеры и их смеси. В зависимости от состава вяжущего вещества и способа изготовления различают следующие виды мастик: *битумно-эмульсионные* (состав: битумная вода и различные добавки), *битумно-полимерные* (горячие битум, полимер, наполнитель). По способу применения они подразделяются на горячие и холодные. Горячие мастики применяют при температуре 160-180<sup>0</sup>С. Холодные мастики поставляются готовыми к применению.

По назначению мастики подразделяются на *кровельные, приклеивающие, гидроизоляционные* и *пароизоляционные*.

**Эмульсии** применяют в кровельных работах. Как правило, перед началом работ эмульсии подогревают до температуры 50-120<sup>0</sup>С.

**Пасты** являются высококонцентрированными эмульсиями и представляют из себя густую и черную массу. Пасты состоят из битума, в котором в качестве добавки используется воздушная известь (как гашеная, так и в не гашеном виде), высокопластичные глины, цементы различных марок. Наиболее водостойкими являются пасты с добавками извести или цемента. Пасты разбавляются водой до нужной вязкости. Применяют пасты для устройства пароизоляционных и бесшовных монолитных покрытий, уплотнения стыков и ремонта безогненным способом.

**Грунтовки** (прамеры) применяют в кровельных работах. По своему составу они представляют собой нефтяные битумы с добавлением органических растворителей (бензин, керосин). Грунтовки должны быть жидкими, однородными, свободно наноситься кистью при температуре 10<sup>0</sup>С при уклоне крыши 45 градусов. Время высыхания нанесенного слоя при температуре 20<sup>0</sup>С должна составлять не более 12 часов. *Праймер-грунты* (первый слой) предназначены для первичной обработки оснований, а также для повышения сцепления с последующим слоем (мастики).

Волнистые битумные листы (ондулин, еврошифер) получают насыщением волокон битумными вяжущими веществами при высокой температуре и давлении. В состав битумного наполнителя входят минеральный наполнитель, резина и пигменты. С лицевой стороны листы покрывают одним или двумя слоями защитно-декоративного покрытия на основе полимера.



**Ондулин** — гофрированные листы на картонной основе с битумной пропиткой и декоративным покрытием лицевой стороны. Масса такого листа 4 - 6 кг, размеры 2000x950x3мм. Срок эксплуатации 50 лет, гарантированный 15 лет.

**Профилированный поливинилхлорид** (прозрачный шифер) получают методом экструзии. Он производится в виде листов с различной конфигурацией (волновой и трапециевидной), имеет много цветов и оттенков, светопропускаемость 90%. Размеры листов от производителя составляют от 823 мм до 1223 мм в ширину и в длину от 2000 до 13000 мм при толщине от 0,6 до 1,5 мм. Используется для производства сэндвич-панелей.

**Стеклопластик** представляет собой гофрированные листы на основе полиамида или полиэфирной смолы, каркас составляет стекловолоконный наполнитель. Может быть прозрачным или окрашенным в различные цвета. Выпускается как в виде листов, так и в рулонах.

## 2.10. Металлы

Металлы делятся на две основные группы: *черные* и *цветные*. Они обладают рядом ценных свойств: высокой прочностью, способностью к упругим и пластическим деформациям. Из них можно производить литые изделия, обрабатывать прокатом, ковкой, штамповкой, волочением.

Основной химический элемент, входящий в состав черных металлов - железо, в цветных - медь, алюминий.

В строительстве применяют в основном черные металлы (сталь, чугун), представляющие собой сплавы железа с углеродом и некоторыми другими химическими элементами. Сталь и чугун различают по содержанию углерода: чугуне его больше 1,7% (обычно 2 - 4,5%), а в стали меньше 1,7%.

**Чугун** в строительстве находит применение в сжатых конструкциях. Это объясняется свойствами чугуна хорошо воспринимать нагрузки на сжатие (до 7000 кг/см<sup>2</sup>) и значительно хуже на растяжение и изгиб. Используют чугун и для изготовления канализационных труб. Раньше из него делали отливки архитектурно-художественных изделий (оград, решеток).

Применение чугуна в строительстве все время уменьшается, так как его успешно заменяют более экономичные материалы (например, железобетон).

**Сталь** хорошо работает на сжатие, растяжение и изгиб, поэтому является эффективным строительным материалом.

Для строительных конструкций: мостов, каркасов зданий, гидротехнических сооружений, строительных ферм, арматуры для железобетона, - применяют в основном низкоуглеродистую сталь с содержанием углерода до 0,25%.

Из среднеуглеродистой стали с содержанием углерода от 0,25% до 0,6% изготавливают детали машин и железнодорожные рельсы.

Высокоуглеродистую сталь с содержанием углерода до 1,7% применяют для изготовления инструментов: топоров, пил, зубил, молотков, напильников.

Для улучшения механических свойств стали в нее вводят так называемые легирующие добавки: никель, хром, марганец, кремней, вольфрам, ванадий, медь, молибден.

В строительстве применяют в основном катаную низкоуглеродистую сталь в виде двутавровых балок высотой профиля от 120 до 1000 мм, швеллеров высотой профиля от 50 до 400 мм, уголков с шириной полок от 20 до 80 мм и более, стальных полос от 12 мм, круглых стальных труб различных диаметров (от 5 мм и выше). Для арматуры железобетонных конструкций выпускается горячекатаная сталь периодического профиля диаметром от 6 до 90 мм, обеспечивающая хорошее сцепление с бетоном.

Обыкновенную сталь применяют для изготовления балконных решеток, лестничных ограждений. Ещё стальные изделия украшают декоративными литыми деталями.

В строительстве находят применение и большое количество мелких металлических изделий (болты, заклепки, гайки, шайбы, гвозди и так далее).

Простейший способ изготовления несложных изделий - *кузнечно-слесарный* и *сварочный*. Изделия также можно изготавливать *штамповкой*.

Самый распространенный способ изготовления чугунных изделий - *литье*, которое выполняется с предварительным изготовлением моделей и форм.

Материалом для литейных форм служит формовочная смесь, содержащая песок и некоторое количество глины. Модели для литья изготавливают из дерева, гипса, металла или воска. Они могут быть цельными или разборными (разъемными).

Широко используется машинная формовка, позволяющая снизить стоимость и улучшить качество изделий.

Отдельные части отливок соединяют сваркой или с помощью винтов. Если необходимо получить гладкую чистую поверхность изделия, применяют металлические формы - кокили, а также литье под давлением.

Для защиты от коррозии и для придания изделиям из черных металлов более декоративного вида их поверхность окрашивают масляными красками, лаками, эмалями, а иногда покрывают слоем другого, более стойкого металла. При горячем способе покрытия изделие погружают в ванну с расплавленным металлом. При гальваническом способе на изделие осаждают тонкий слой цветного металла под действием электрического тока. Особое распространение получили *хромирование* и *никелирование* изделий из стали.

Отдельную деталь из металла соединяют с другой электрической или газовой сваркой. Широкое применение находит и паяние специальными мягкими оловянисто-свинцовыми припоями с температурой плавления 300<sup>0</sup>С и твердыми медно-цинковыми припоями с температурой плавления 550<sup>0</sup>С. Иногда делают соединения на заклепках или развальцовочные соединения.

В изделиях с деталями из разных материалов применяют разъемные соединения на болтах, винтах, шурупах.

К **цветным металлам** относятся легкие сплавы на основе алюминия, применяемые в строительстве для изготовления конструкций.

Тяжелые сплавы на основе меди: латунь (медь с цинком) и бронзу (медь с оловом), - применяют в электротехнике и санитарной технике для изготовления приборов и арматуры.

Благодаря своим декоративным свойствам, цветные металлы находят применение и во внутреннем архитектурном оформлении помещений (в интерьерах) общественных зданий.

В состав алюминиевых сплавов входят, кроме алюминия, медь, кремний, марганец. Основные преимущества алюминиевых сплавов перед другими цветными металлами: малый удельный вес и достаточно высокая удельная прочность. Из алюминиевых сплавов методом литья в кусковые или другие формы можно изготавливать сложные изделия с орнаментом и другими украшениями.

Изделия из алюминиевых сплавов возможно обрабатывать механическими способами: *штамповкой, прессованием, ковкой*. Они поддаются разнообразным приемам декоративной отделки. Кроме того, изделия из алюминиевых сплавов отличаются относительной дешевизной, поэтому в современной строительной практике дорогостоящие и дефицитные материалы (медь, бронза), как правило, не применяются. Их вытесняет алюминий и его сплавы.

Из различных сплавов алюминия используют чаще всего вторичные алюминиевые сплавы, получаемые в результате переработки лома и отходов алюминиевых изделий. Из алюминиевых сплавов делают оконные переплеты, витрины, архитектурные детали.

Для многих изделий характерно сочетание деталей из алюминиевых сплавов или латуни со стеклом, пластмассой, камнем, деревом, что обеспечивает хорошие эксплуатационные и художественные качества изделий.

В отделке изделий из цветных металлов широко используется их способность принимать различные цветные оттенки под влиянием химических и электролитических процессов. Образующийся от соединения с кислородом окисленный слой металла (окисная пленка) защищает поверхность от коррозии. В то же время окисные пленки легко окрашивать специальными растворами. Этот процесс образования окисных пленок и их обработки в растворах носит название *оксидирование*.

Кроме химического процесса оксидирования существует способ, окрашивания поверхности металла (особенно алюминия) в электролитических ваннах - *цветное анодирование*.

С помощью этих процессов изделиям из алюминиевых сплавов придают вид бронзы, серебра, светлую или темную окраску.

Применяется также *металлизация*. Это осаждение на поверхности изделий частиц расплавленного металла, распыленного действием сжатого воздуха. В качестве покрытий при металлизации применяют алюминий, бронзу, медь, никель, нержавеющей сталь.

## 2.11. Отделочные материалы

**Краски и лаки** применяют при производстве малярных работ. Они состоят из пигментов (сухих порошков), придающих окрасочной пленке цвет, связующих или пленкообразующих веществ, которые после высыхания образуют прочную пленку, растворителей или разбавителей, обеспечивающих нужную вязкость красочного состава, и вспомогательных материалов.

**Пигменты** по своему происхождению делятся на *минеральные природные, минеральные искусственные*, состоящие из окислов и солей различных металлов, и *органические*, получаемые из органических соединений. Наиболее распространены природные минеральные пигменты.

Пигменты получают путем механической обработки цветных глин, руд и других горных пород и природных минералов. После измельчения их отмучивают, отделяя тонкие частицы, высушивают и перемалывают.

Однако природные пигменты уступают искусственным по разнообразию и яркости цветов, поэтому в строительстве широко применяют и искусственные минеральные пигменты.

К ним относятся белые (цинковые, титановые), красные (свинцовый сурик, мумия и железный сурик), желтые (желтый марс, свинцовый крон), зеленые (окись хрома, зелень свинцовая), синие (ультрамарин), черные (сажа), золотистые (бронза), серебристые (алюминиевая пудра).

Некоторые органические пигменты, обладая чистым и ярким цветом, стойки к действиям света, воды и извести, однако их применение носит очень ограниченный характер ввиду трудности их изготовления.

Пигменты, которые применяют в строительстве, должны соответствовать следующим основным свойствам: *светостойкостью*, (способностью не выцветать под действием солнца), *стойкостью по отношению к действию щелочей/масел/кислот*, *атмосферостойкостью*, *интенсивностью* (способностью передавать свой цвет в смешении с белым или черным пигментом).

**Связующие вещества** делятся на несколько групп: *водно-клеевые* (из животных клеев (мездрового, костяного, рыбного), казеина, крахмала), *водно-известковые* (из извести и воды), *масляные* (из растительных масел), *лаковые* или *эмалевые* (из синтетических смол), *водно-эмульсионные*.

Разбавителем для водно-клеевых и других водных красочных составов служит вода, для масляных и лаковых составов - олифа и другие органические растворители.

*Водно-известковые* составы получают смешиванием известкового теста или свежегашеной молотой кипелки с водой с добавлением поваренной соли или олифы. Эти составы применяют для окраски кирпичных стен, бетонных поверхностей (в том числе и сырых).

*Водно-клеевые* составы готовят на растворе клея с добавкой пигмента, мела и воды. Эти составы широко применяются для внутренней окраски помещений.

*Казеиновые клеевые* составы выпускают в виде готовых сухих смесей, которые состоят из измельченного казеина, пигмента, щелочи, извести-пушонки. Для получения окрасочного состава их разбавляют водой. Эти составы более прочны, чем обычные клеевые и могут применяться для наружных работ.

*Силикатные* краски выпускают в виде двух отдельных составляющих: сухой смеси пигментов с мелом и водного раствора калийного жидкого стекла. Перед употреблением сухую смесь разводят жидким стеклом до малярной густоты. Силикатные краски применяют для окраски фасадов (бетонных, кирпичных или оштукатуренных), а также для окраски внутренних кирпичных или штукатурных поверхностей, подверженных увлажнению.

Применяются также (в основном для фасадов) известковые и цементные краски, состоящие из пигментов, затворенных на известковом или цементном молоке.

*Масляные* окрасочные составы основаны на применении в качестве связующего олифы.

Олифа бывает:

1). **Натуральная.** Изготавливается путем варки при температуре до 150<sup>0</sup>С льняного, конопляного, или соевого растительного масла с добавками.

2). **Полунатуральная** (оксоль, оксоль-смесь, оксоль подсолнечная, оксоль соевая). Состоит из смеси уплотненных растительных масел и легко испаряющихся растворителей (керосина, бензина, скипидара).

3). **Искусственная.** Не содержит растительного масла. Изготавливают из синтетических смол или минеральных масел путем термической и химической обработки. Искусственные олифы дешевле натуральных, но недостаточно атмосфероустойчивые и имеют более темный цвет.

Масляные окрасочные составы (колеры) получают, тщательно растирая пигменты с олифой в специальных мельницах. Эти составы применяют для окраски деревянных, металлических и других поверхностей.

*Водно-эмульсионные* окрасочные составы экономят олифу. Их применяют для той же цели, что и масляные окрасочные составы.

В то время как клеевые окрасочные составы обычно готовят в специальных цехах, масляные, как правило, выпускают заводы в виде пасты, которую при работе нужно разбавлять олифой.

*Лаки* образуются растворением смол (природных и искусственных) в летучих растворителях (спирте, бензине, скипидаре). После нанесения на поверхность растворитель испаряется и лак, высыхая, образует пленку.

По виду применяемых смол лаки разделяют на *смоляные, нитролаки, битумные*. Лаки бывают прозрачные и непрозрачные: дают блестящую или матовую поверхность. Их можно смешивать с пигментами, получая эмалевые краски или нитрокраски. Применяют лаки и эмалевые краски в основном для внутренних покрытий по дереву, металлу и штукатурке.

Перхлорвиниловые краски выпускаются для наружных работ. Благодаря своей стойкости, долговечности и возможности применять в любое время года

они являются лучшими фасадными красками и их применение будет только расширяться.

Асфальтовые битумные лаки применяются для покрытия труб канализации, водопровода, печных приборов и внутренних поверхностей вентиляционных коробов.

## 2.12. Отделочные рулонные материалы

Древесные обои изготавливают из шпона декоративных пород древесины, наклеенного на бумагу или ткань. Длина листа древесных обоев 1500 мм, ширина 500 - 800 мм, толщина 0,4 - 0,6 мм.

**Линкруст** — это тисненные обои высшего качества, изготавливаются из толстой бумаги, на которую наносят мастику из полихлорвиниловой смолы с наполнителем и пигментами. Рельефный рисунок получается после прокатки линкруста через узорные вальцы. Также изготавливают древесные, бесшовные тисненные обои и линкруст для высококачественной внутренней отделки стен зданий. Достаточно широкое применение находят водостойкие обои.

**Глифталевый линолеум** имеет тканевую основу, на которую уложен слой пластичной массы, состоящий из растительных масел, жиров или их заменителей, искусственных или натуральных смол с наполнителем (пробковая мука, древесная мука, пигменты). Длина рулона 20 м, ширина около 1,8 - 2 м, толщина 2,5 - 3 мм. Линолеум выпускают одноцветный и с узорчатым рисунком.

**Коллоксилиновый линолеум (нитролинолеум)** производится в виде пластичной массы однослойного покрытия без тканевой основы. Длина рулона 20 м, ширина полотнища от 0,88 до 1,2 м. Выпускается такой линолеум разных цветов (коричневый, серый, синий).

**Полихлорвиниловый линолеум** изготавливают безосновным или на тканевой основе. Покрывная масса состоит из синтетических смол (например, полихлорвинила), наполнителя (талък), пигментов и пластификаторов. Длина рулона 12 - 15 м, ширина полотнища 1,6 м, толщина 2 - 2,5 мм. Цвет коричневый, желтый и другие.

**Релин (резиновый линолеум)** изготавливают из двух слоев: верхнего лицевого слоя толщиной 1 мм из цветной резиновой смеси на основе синтетического каучука и нижнего слоя толщиной 2 мм из регенерированной резины с битумом. Длина рулона 10 - 12 м, ширина полотнища до 1,5 м, толщина 3 мм. Выпускается одноцветным, обладает водостойкостью, поэтому его целесообразно применять в санузлах и кухнях.

### 2.13. Листовые отделочные материалы

Твердые древесноволокнистые плиты для полов, пропитанные фенольными смолами, делают либо неокрашенными и требующими последующей окраски на строительстве, либо окрашенными в массу или поверхностно в заводских условиях. Длина плит до 3,6 м, ширина 1,2 - 1,6 м, толщина 4 мм.

**Асбестосмоляные плитки** изготавливают однослойными из синтетических смол, битума, пластификатора и наполнителя (асбеста, талька, пигментов). Размеры плитки 150x150 мм, 200x200 мм при толщине 2 - 4 мм. Асбестосмоляные плитки на синтетических смолах (гладкие и мраморовидные) бывают разных цветов, а битумные имеют черный цвет.

**Полихлорвиниловые плитки** изготавливают из полихлорвиниловой смолы, пластификатора и наполнителей. Размеры плиток 300x300 мм, 200x200 мм, 150x150 мм. Они удобны в укладке, долговечны и дают возможность делать полы красивого рисунка. Выпускаются также пластмассовые полихлорвиниловые плитусы для рулонных, плиточных и листовых полов и специальные мастики для их приклеивания, а также поручни и другие пластмассовые изделия.

**Полистирольные плитки** используют для облицовки стен. Они имеют гладкую поверхность и различную окраску. Размеры плиток 100x100, 150x150, 200x200 мм при толщине 1,25 мм.

**Бумажно-слоистые пластики** получают прессованием под большим давлением на горячих прессах нескольких слоев бумаги, пропитанных синтетическими смолами. На верхний слой бумаги заранее наносят рисунок, на котором в процессе прессования образуется пластмассовая прозрачная пленка. Так получается красивый легкий и долговечный материал. Размеры листов пластика 2000x1000; 1500x1000; 1000x1000 мм при толщине листов 1-3 мм.

### 2.14. Стекло и стеклянные изделия

В строительстве применяют различные стеклянные материалы: стекло оконное, зеркальное, армированное, декоративное, высокопрочное (сталинит), пустотелые блоки, трубы, плитки для полов, кровель.

Из стеклянных масс изготавливают пеностекло, стекловолокно и изделия из него, применяемые для теплоизоляции зданий. Сырьем для производства строительного стекла являются кварцевые маложелезистые пески, кальцинированная сода или сульфат натрия, известняк, доломит.

Процесс изготовления стеклянных изделий состоит из подготовки составляющих, расплавления массы (шихты) в специальных печах при температуре 1500<sup>0</sup>С, формования листов стекла (производится на машинах непрерывного вытягивания или прокатным способом), отжига, резки, шлифования и полирования изделий.

Наиболее широко применяется *листовое оконное стекло*, которое выпускают при толщине 2, 3, 4 мм, размером от 250x250 до 1200x2200 мм.

*Полированное стекло* толщиной 4-6 мм и более применяют для остекления витрин магазинов, устройства прозрачных дверей.

*Пакетное стекло* (стеклопакеты) имеет замкнутую воздушную прослойку между двумя листами стекла, благодаря чему уменьшается теплопередача. Это позволяет применять такое стекло вместо двойного остекления.

*Стекло, армированное металлической сеткой*, обладает повышенной прочностью и применяется для остекления фонарей, перегородок, окон промышленных зданий, ограждений лестничных клеток.

*Волнистое стекло*, напоминающее формой и размерами волнистые асбестовые листы, применяют для устройства светопрозрачных кровель.

*Пустотелые стеклянные блоки* размером 194x194x98 мм изготавливают, склеивая две пустотелые полужамкнутые половинки, имеющие рельефную поверхность и рассеивающие свет. Укладывают стеклочки на цементный раствор.

Стеклянные трубы диаметром 15 - 100 мм, длиной 3 - 3,5 м с различной толщиной стенок применяют для скрытой электропроводки, водоснабжения, технологических трубопроводов и для других целей.

Для декоративных целей выпускают цветное стекло прозрачное и глушеное, с полированной или матовой поверхностью, стеклянные витражи (орнамент из цветных стекол в металлической оправе), стеклянные облицовочные цветные плитки, стекло с рисунком, получаемым обработкой по трафарету кислотами или песком.

*Высокопрочное стекло* (сталинит) обладает сопротивляемостью изгибу в 5-8 раз больше обычного стекла. Применяют сталинит для устройства цельных дверных полотен без обвязки, остекления больших проемов, которые подвергаются ударам.



### 3. Общие сведения об электросварочных работах

#### 3.1. Основные сведения о сварки

**Сваркой** называется технологический процесс получения неразъемного соединения путем установления межатомных связей между отдельными сварными металлическими частями. Различают сварку *плавлением* и *контактную* сварку. Первый вид сварки получают расплавлением металла в стыкуемых деталях в местах их контакта, а второй размягчением металла в стыке путем нагрева с последующим обжатием.

При укрупнении и монтаже конструкций применяют сварку ручную электродугую, электрошлаковую, порошковой проволокой и различные способы в среде защитных газов.

В качестве источника нагрева при сварке применяют чаще всего электрический ток, реже — газовое пламя.

Ручная дуговая сварка выполняется открытой и закрытой дугой. Электросварка открытой дугой выполняется вручную двумя способами: *неплавящимся* и *плавящимся* (металлическими) электродами. При сварочных работах неплавящимися электродами свариваемые кромки изделий приводятся в соприкосновение, а между ними возбуждают электрическую дугу. В процессе нагрева присадочного материала и кромок изделия образуется ванна расплавленного металла, который после затвердевания превращается в сварочный шов.

При сварке плавящимся электродом электрическая дуга возбуждается между электродом и свариваемыми кромками изделий. Возникающая при этом температура (до  $6000^{\circ}\text{C}$ ) расплавляет электрод и кромки изделия и создает ванну расплавленного металла.

Ручная дуговая сварка благодаря своей универсальности имеет большое распространение. Ее применяют для наложения швов различного вида назначения во всех возможных положениях. К недостаткам ручной дуговой сварки можно тот факт, что она является малопроизводительным способом производства. Сварной шов получается неоднородным и во многом зависит от квалификации сварщика.

По степени механизации электросварка может быть также *автоматической* и *полуавтоматической*.

Автоматическая сварка под слоем флюса — это дуговая сварка, при которой все основные движения, выполняемые при ручной сварке сварщиком (подача электрода и перемещение его вдоль свариваемых кромок изделия) механизированы. Особенностью этого вида сварки является тот факт, что сварочная дуга горит между электродной проволокой и свариваемым изделием под слоем гранулированного вещества — флюса.

Оболочка из флюса толщиной 30 - 50 мм укрывает все плавильное пространство и защищает металл сварочной ванны от воздействия кислорода и азота воздуха. Кроме того, слой расплавленного шлака значительно уменьшает

потери теплоты и металла. После затвердевания шлаковая корка легко отделяется от сварочного шва. Автоматическая сварка под слоем флюса обеспечивает хорошее качество шва и высокую производительность.

Недостаток: такая сварка позволяет накладывать сварочные швы только в нижнем положении.

При полуавтоматической сварке под слоем флюса механизирована только подача электрода в зону дуги, а перемещает электрод вдоль свариваемых кромок сварщик вручную. Автоматическую и полуавтоматическую сварку под слоем флюса, как правило, в монтажных условиях применяют для выполнения швов большой протяженности в нижнем положении.

Полуавтоматическая сварка порошковой проволокой осуществляется свернутой в трубочку стальной лентой, внутри которой запрессован флюс.

Сварка в среде защитных газов заключается в том, что газ, подобно флюсу, защищает жидкий металл сварочной ванны от окисления и азотирования. В качестве защитных газов применяют аргон, гелий, углекислый газ и другие. Сварку с газовой защитой производят плавящимися или неплавящимися электродами. Применяют плавящиеся электроды из сварочной проволоки или металла, по химическому составу сходного со свариваемым металлом. Различают следующие виды неплавящихся электродов: *вольфрамовые, угольные или графитовые*.

При сварке в среде защитных газов получается сварной шов хорошего качества, при этом свариваемые элементы могут принимать любое пространственное положение, кроме того, за процессом формирования сварочного шва можно наблюдать. Недостаток сварки в среде защитных газов заключается в том, что при работе в замкнутом пространстве газ может заполнять окружающий объем и стать причиной отравления сварщика, если своевременно не применять необходимые меры предосторожности.

Электрошлаковая сварка представляет собой бездуговой процесс сварки плавлением. Ее обычно применяют под слоем флюса при вертикальном положении шва. Основной и электродный металл расплавляется за счет теплоты, выделяемой при прохождении электрического тока через расплавленный электропроводной флюс. Сварные соединения при электрошлаковой сварке располагают вертикально или под большим углом к горизонту (60 градусов и более). В зазоре между свариваемыми деталями сверху вниз вводят электрод в виде проволоки или пластины из того же металла, что и изделие. По бокам зазор ограждают водоохлаждающими медными ползунами.

Процесс сварки начинается с возбуждения электрической дуги между электродной проволокой и начальной планкой. Сначала под действием теплоты сварочной дуги расплавленный флюс и электродная проволока образуют ванну расплавленного металла, покрытую сверху слоем жидкого шлака. В дальнейшем сварочный ток проходит через шлак, нагревая его до температуры 1600-1700<sup>0</sup>С. При этом электродная проволока продолжает плавиться, а дуга гаснет, и дальнейший процесс плавки происходит за счет теплоты, выделяемой в шлаке сварочным током.

### 3.2. Общие положения о сварочной дуге

**Сварочная дуга** — длительный устойчивый разряд в газовой среде между электродом и изделием. При ее горении образуется большое количество теплоты, температура повышается до 6000-7000<sup>0</sup>С, и образуется сильное световое излучение. В сварочной дуге выделяют три зоны: *катодную*, *анодную* и *столб дуги*, расположенный между катодной и анодной зонами. Температура сварочной дуги зависит от вида тока и типа применяемых электродов. При питании дуги постоянным током наибольшее количество теплоты выделяется в зоне анода.

При сварке угольным электродом температура в катодной зоне достигает 3200<sup>0</sup>С, в анодной 3900<sup>0</sup>С, а в зоне столба дуги 6000 - 7000<sup>0</sup>С. При сварке металлическим электродом температура сварочной дуги ниже и составляет в катодной зоне 2400<sup>0</sup>С, в анодной 2600<sup>0</sup>С.

**Длиной дуги** называется расстояние между торцом электрода и поверхностью сварочной ванны. Различают *короткую* (длиной 2 - 4 мм), *нормальную* (4 - 6 мм) и *длинную* (более 6 мм) сварочной дуги. Короткая дуга обеспечивает оптимальный режим сварки, в то время как при длинной дуге процесс протекает неравномерно, а свариваемое место недостаточно хорошо прогревается. Кроме того, расплавленный металл больше окисляется и азотируется.

### 3.3. Оборудование для сварочных работ

Для питания дуги используются источники постоянного и переменного тока. Источниками постоянного тока служат *сварочные преобразователи*, *агрегаты* и *выпрямители*. К источникам переменного тока относятся *сварочные трансформаторы* и *инвенторы*.

**Сварочный преобразователь** — это установка, состоящая из электродвигателя и генератора.

**Сварочный агрегат** состоит из двигателя внутреннего сгорания или дизельного двигателя и сварочного генератора.

**Сварочные выпрямители** состоят из понижающего трехфазного трансформатора с подвижными обмотками, выпрямительного блока и принудительной воздушной вентиляции. Выпрямитель преобразует переменный ток в пульсирующий постоянный. Промышленность выпускает одно- и многопостовые выпрямители. Многопостовые выпрямители предназначены для одновременного питания нескольких сварочных дуг.

**Сварочный трансформатор** используют как понижающий однофазный. Их изготавливают с отдельными или встроенными регуляторами сварочного тока. Для безопасности работы корпуса электродвигателей, генераторов и трансформаторов заземляют.

**Электрододержатели** служат для зажима электрода и подвода к нему сварочного тока при ручной сварке. Они удобны для закрепления электродов и

сварочного кабеля, обеспечивают быстрое удаление огарка и закладки нового электрода.

Применяют электрододержатели, рассчитанные на ток в 125, 200, 250, 315, 400 А и более. Площадь сечения одножильного токопроводящего кабеля этих электрододержателей от 16 до 70 мм<sup>2</sup>. Электрододержатели для тока в 500 А оборудуются щитками.

В набор инструмента сварщика входят металлические щетки (ручная или с электроприводом) для зачистки и разделки сварных швов от шлака, молоток, зубило. Для контроля размеров швов применяют шаблоны, а для клеймения сварных швов - стальные клейма.

Спецодежда и защитные приспособления сварщика:

- *брезентовый костюм*
- *рукавицы*
- *кожаная или валеная обувь*
- *щитки, маски, шлемы* для защиты глаз и лица сварщика

### 3.4. Сварочная проволока и электроды

Тип сварочной проволоки и электродов применяют в зависимости от вида сварки. При ручной сварке используют плавящиеся электроды в виде прутков или стержней с покрытием, при механизированной — электроды в виде проволоки, намотанной на кассету.

Стальная сварочная проволока по химическому составу разделяется на три группы: *низкоуглеродистая, легированная и высоколегированная*. Проволоку маркируют буквенным индексом **Св** (сварочная) и следующими за ним буквами и цифрами. Первые две после индекса указывают содержание углерода в сотых долях процента, а следующие буквы и цифры - легирующий элемент и его содержание в процентах. Легирующие элементы обозначают русскими буквами: хром - **Х**, никель - **Н**, молибден - **М**. Если после буквенного обозначения легирующего элемента нет цифр, значит этого элемента в проволоке менее одного процента.

Для ручной дуговой сварки штучными электродами выпускают стальную проволоку диаметром 1,6 - 6 мм, для автоматической сварки под флюсом - 2 - 5 мм, в среде защитных газов - 3 мм.

Для сварки меди и ее сплавов применяют проволоку и прутки из меди и сплавов на медной основе, алюминий и алюминиевые сплавы сваривают сварочной проволокой из алюминия и его сплавов.

Чтобы предохранить сварочную проволоку от коррозии, ее защищают тонкостенными медными покрытиями. Неомедненная проволока окисляется и становится не пригодна для сварки.

Вместо дорогостоящей легированной сварочной проволоки широко применяют порошковую сварочную проволоку, состоящую из оболочки, в которой запрессован порошок из смеси ферросплавов, железного порошка и графита.

Порошковую проволоку используют при дуговой сварке под слоем флюса или в среде защитных газов. При этом металл шва обладает хорошими механическими свойствами.

Электроды для ручной дуговой сварки представляют собой стержни из стальной проволоки диаметром 3 - 8 мм с покрытием. Они различаются по назначению, типу, толщине и видам покрытия, качеству изготовления, роду тока и другим признакам.

Электроды для ручной сварки выпускают несколько типов, обозначаемых буквой Э с цифрами. Цифры указывают временное сопротивление разрыву металла шва в кгс/мм<sup>2</sup>.

Прочность сварного шва должна быть равной или выше прочности класса свариваемой стали. В связи с этим тип электродов включает в себя характеристику конструкции, для сварки которой они предназначены, и обозначение класса стали. Так, электроды Э38, Э42, Э42А, Э46, Э50, Э50 А, Э60 применяют для низколегированных и конструктивных сталей; Э70, Э85, Э100, Э125, Э150 — для сварки легированных и конструктивных сталей повышенной и высокой прочности. Для сварки теплоустойчивых сталей используют электроды Э-09М, Э-09МХ.

Для сварки ответственных покрытий применяют электроды с толстым покрытием, которое обеспечивает устойчивое горение сварочной дуги и сварные соединения, обладающие хорошими техническими свойствами.

### 3.5. Виды сварочных соединений

При сварочных работах в строительных конструкциях и их элементов применяют следующие виды сварочных соединений:

- стыковые С
- нахлесточные Н
- тавровые Т
- угловые У

**Стыковые соединения** состоят из двух элементов, расположенных в одной плоскости или на одной поверхности. Такие соединения применяют для сварки стальных колон, двутавровых балок.

В **нахлесточных соединениях** швы расположены параллельно и перекрывают друг друга. Величину перекрытия в зависимости от толщины свариваемого металла принимают в пределах 3 - 240 мм. Такие соединения применяют при соединении элементов решетчатых конструкций (ферм, колонн, стоек).

**Тавровые соединения** — это соединения, при которых торец одного элемента примыкает под некоторым углом к поверхности другого элемента, образуя в сечении букву Т. Применяют следующие виды тавровых соединений: *без скоса кромок, косоугольные, со скосом одной кромки, со скосом двух*

*кромки*. Для получения прочного шва зазор между свариваемыми элементами должен быть не менее 2 - 3 мм.

Угловое соединение состоит из двух элементов, расположенных под углом. При этом сварка выполняется по кромки этих элементов с одной или двух сторон. Наиболее часто такие соединения применяют при сварке листов резервуаров и других емкостей, а также различных коробчатых соединений.

При сварке листов различают следующие виды угловых соединений: *с кромками заподлицо, со смещением кромок, со смещением одной кромки относительно другой на полную толщину листа, под тупым углом, под острым углом*.

Сварочные швы в соединениях подразделяют

По положению относительно действующей силы:

- *фланговые*
- *лобовые*
- *косые*

По положению в пространстве при их выполнении:

- *нижние горизонтальные*
- *вертикальные*
- *потолочные*
- *горизонтальный шов на вертикальной плоскости*

Применение накладок улучшает провар свариваемых деталей и исключает утечку расплавленного металла из сварочной ванны.

### **3.6. Способы выполнения сварных соединений**

Для получения хорошего сварного шва необходимо правильно выбрать режим сварки. Под **режимом сварки** понимают совокупность параметров, определяющих процесс сварки. Основные параметры режима ручной дуговой сварки: *диаметр электрода и значение сварочного тока*.

На выбор диаметра электрода влияют толщина свариваемых кромок, вид свариваемых соединений и его размеры. После выбора диаметра электрода устанавливают значение сварочного тока. Род и полярность тока выбирают в зависимости от марки и толщины свариваемого металла.

Зажигание электрической дуги происходит при соприкосновении металла с электродом. В момент контакта конца электрода с изделием сварочная цепь замыкается, напряжение в цепи падает до нуля, а сила тока достигает максимума. При этом торец электрода сильно разогревается. Прикосновение электрода к изделию должно быть кратковременным, иначе электрод может привариться к изделию.

Качество сварки во многом зависит от правильного выбора длины дуги. Рекомендованная длина дуги для электродов указывается в паспорте. После зажигания дуги электрод по мере плавления непрерывно падает к свариваемой

поверхности и перемещают вдоль линии сварки, при этом электрод наклоняют в сторону его движения на 10-20 градусов и сообщают его концу поперечные колебательные движения.

Чтобы кромки соединительных деталей лучше проворачивались, выдерживают одинаковую ширину шва по всей его длине. Важно также правильно выбрать скорость сварки: при излишне большой скорости перемещения электрода металл электрода не успевает сплавиться с металлом изделия, а при малой скорости возможны перегрев и пережог металла.

В конце сварки следует постепенно удлинять дуговой промежуток до естественного обрыва дуги, так как резкий обрыв ведет к образованию кратера. Кратер заваривают путем частых коротких замыканий дуги.

Техника выполнения сварных швов зависит от вида и пространственного положения шва. Легче всего и удобнее сваривать швы в нижнем положении, так как расплавленный металл электрода стекает в кратер и не вытекает из сварочной ванны. Вертикальные швы можно выполнить снизу вверх и сверху вниз, однако сварка сверху вниз менее производительна и ее следует применять только при крайней необходимости.

Горизонтальные швы, как правило, делают с одним скосом. Наиболее сложными считаются потолочные швы. Их выполняют только сварщики высокой квалификации. Такие швы сваривают короткой дугой электродами диаметром не более 5 мм с тугоплавким покрытием.

Способ и последовательность выполнения сварных швов во многом зависит от толщины свариваемого металла и протяженности шва. При соединении тонколистовой стали возможны сквозной прожег и расплавление металла, поэтому для стали толщиной 0,5 - 1 мм лучше всего применять нахлесточное соединение с проплавкой через верхний щит.

Сварку стальных листов толщиной 15 - 20 мм и более выполняют многослойными швами. Применяют несколько методов наложения многослойных швов. Есть метод, при котором вначале на участок длиной около 200 - 300 мм накладывают первый слой. После очистки первого слоя от шлака, окалины и брызг накладывают второй слой, по длине в два раза больший по сравнению с первым. Третий слой накладывают, отступив от начала второго на 200 - 300 мм. В результате сварки таким методом по форме шов имеет вид горки.

### **3.7. Дефекты сварных соединений и способы их выявления**

**Дефекты сварных соединений** — это отклонения от предусмотренного техническими условиями качества металла, сплошности, состояния поверхности соединений. Основными дефектами сварных швов являются надрезы, прожоги, непровары, трещины, газовые поры, шлаковые включения, отклонения от заданных размеров и форм шва.

Дефекты сварных швов выявляются внешним осмотром, просвечиванием ультразвуком, вскрытием шва. Непроницаемость (плотность) сварных швов

емкостей контролируют керосином, давлением воздуха, гидравлическим испытанием, вакуумированием.

Внешний осмотр невооруженным глазом или с помощью лупы многократного увеличения служит для выявления наружных дефектов. Перед осмотром сварной шов и прилегающую к нему поверхность металла очищают от шлака и загрязнений.

Просвечивание сварных соединений основано на способности рентгеновских или гамма-лучей проникать через толщу металла, действуя на чувствительную фотопленку, фотобумагу, приложенную к шву с обратной стороны. В связи с тем, что дефектные места (поры, шлаковые включения, непровар) меньше поглощают рентгеновские лучи, чем сплошные швы, на пленке в соответствующих местах образуются более темные затемнения.

Ультразвуковой метод контроля плотности швов основан на различном отражении ультразвуковых волн от металла сплошного сварного шва и дефектных мест.

Вскрытие швов производят вырубкой, сверлением, вырезанием участков сварного шва. Этот способ применяют, если другие виды контроля не дали определенных результатов, а также для контроля угловых швов.

Испытания керосином применяют для определения плотности швов емкостей, изготовленных из металла толщиной 10 мм. При этом способе внутреннюю сторону сварных швов смачивают керосином, а внешнюю покрывают меловым раствором. При наличии в сварном шве трещин и сквозных пор толщиной более 0,1 мм, керосин просачивается через них и на покрытой мелом поверхности появляются темные пятна.

Испытание давлением воздуха основано на создании с одной стороны шва избыточного давления воздуха. С другой стороны, шов покрывает мыльной пеной и в местах дефектов шва под избыточным давлением появляется мыльные пузырьки.

При гидростатическом испытании все отверстия изделия плотно закрывают, а потом изделие заполняют водой. Затем с помощью гидравлического пресса создают давление, в 1,5 раза превышающее рабочее давление. Продолжительность выдерживания определяется техническими условиями. Таким способом наиболее часто проверяют качество сварных швов трубопроводов, резервуаров для газа или жидкости, работающих под давлением.

### **3.8. Газовая резка металлов**

При монтаже железобетонных и стальных конструкций часто применяют газовую (кислородную) резку металлов. Она основана на свойстве металлов и их сплавов сгорать в струе технически чистого кислорода при удалении продуктов сгорания этой струей.

Различают два вида кислородной резки: *разделительную* и *поверхностную*. Разделительную резку применяют для раскрытия листового металла, разделки кромок под сварку, вырезки заготовок, а поверхностную



применяют для строжки и обточки металла. Для газовой резки необходимы следующие приспособления: ацетиленовый генератор или баллон с горючим газом, кислородный баллон, резак, шланги для подачи горючего газа и кислорода, комплект инструментов.

Для газовой резки используют кислород трех сортов. Сортность кислорода зависит от процента содержания в нем чистого кислорода. К месту сварки кислород подается в баллонах вместимостью 40 литров, в которых под давлением 15,1 МПа содержится 6 кубометров кислорода. На баллонах, окрашенных в голубой цвет, черными буквами делают надпись «КИСЛОРОД».

Ацетилен представляет собой химическое соединение углерода с водородом ( $C_2H_2$ ), имеет высокую температуру пламени (3100-3300 $^{\circ}C$ ). Его получают при взаимодействии карбида кальция с водой. Транспортируют и хранят ацетилен в герметически закрытых баллонах вместимостью 40 литров, в которых под давлением 1,9 МПа содержится 3,5 м<sup>3</sup> ацетилена. Такие баллоны окрашивают в белый цвет и красными буквами делают надпись «АЦЕТИЛЕН». Ацетилен взрывоопасен при нагреве свыше 450 $^{\circ}C$  и давлении свыше 1,5 МПа.

Для кислородной резки кроме кислорода используют пропан-бутан, а также бензин, керосин и природный газ (бензин и керосин в виде паров).

Широко применяют сжиженную смесь пропана и бутана, которая содержит 80% пропана и 20% бутана. Из-за разной температуры кипения пропана (-40 $^{\circ}C$ ) и бутана (-0,5 $^{\circ}C$ ) состав пропан-бутановой смеси не постоянен. Пропан-бутан хранят и транспортируют в баллонах, вместительностью 40 литров, окрашенных в красный цвет, с белой надписью «ПРОПАН».

Кислородной резки хорошо поддаются низкоуглеродистые и низколегированные стали. С повышением содержания углерода в стали процесс осложняется, а чугун, высокохромистые стали, цветные металлы и их сплавы не режутся. Для резки таких металлов применяют *плазменную резку*.

Основной инструмент газорезчика — **резак**, в котором смешиваются горючие газы или пары жидких горючих веществ с кислородом, образуется подогревающее пламя, и подается в зону резки струя чистого кислорода.

Резаки, применяемые для газовой резки, отличаются от сварочных горелок наличием отдельной трубки для подачи кислорода и особым устройством головки, состоящей из двух мундштуков. Один из них (наружный) предназначен для подогревающего пламени, второй (внутренний) нужен для струи чистого кислорода. В зависимости от толщины разрезаемого металла на резке устанавливают мундштуки с соплами различного диаметра.

Чаще всего используют универсальные *инжекторные ручные резаки* для разделительной резки. Основная часть — ствол и наконечник. Кислород и ацетилен подаются к наконечнику резака по трубкам.

Состав горючей смеси и интенсивность подачи режущего кислорода можно регулировать вентилями.

Наконечник состоит из наружного и внутреннего мундштуков. Горючая смесь, входящая через кольцевой зазор между внутренним и наружным мундштуком, создает подогревательное пламя. Через центральное отверстие

внутреннего мундштука выходит струя режущего кислорода, которая прожигает металл и выдувает из зоны резки продукты горения.

К резаку газ от генератора или баллона подводится по резиновым шлангам. Рабочее давление газов регулируется с помощью редукторов, на которые устанавливают манометры высокого и низкого давления. Кислородные редукторы окрашивают в синий цвет, а ацетиленовые в белый.

Перед резкой деталь очищают от окалины, краски, грязи и укладывают на опоры. Давление режущего кислорода устанавливают в зависимости от толщины разрезаемого металла и чистоты кислорода. До начала резки также проверяют плотность соединений в резаке металла и шлангах.

Резку начинают с нагревания металла, для чего подогревающее пламя резака направляют на место резки. Мундштук располагают под определенным углом к поверхности металла в зависимости от его толщины. При резке металла толщиной 20-30 мм мундштук располагают под углом от 20-40° в сторону движения резака. Если толщина больше, сначала перпендикулярно, а в конце резки угол наклона уменьшают до 10-15 градусов.

## Литература

1. Баженов, Ю. М. Технология бетона : учебник для студентов вузов по строительным специальностям / Ю. М. Баженов. - Москва : АСВ, 2007. - 524 с. : ил. - ISBN 5-93093-138-0.
2. Баженов, Ю. М. Технология сухих строительных : учебное пособие для студентов по строительным специальностям / Ю. М. Баженов, В. Ф. Коровяков, Г. А. Денисов. - Изд. 3-е стер. - Москва : АСВ, 2015. - 112 с. : ил. – ISBN 978-5-4323-0095-9
3. Системный анализ в строительном материаловедении : монография / Ю. М. Баженов, И. А. Гарькина, А. М. Данилов, Е. В. Королев, Московский государственный строительный ун-т. - Москва : МГСУ, 2012. - 432 с. - (Библиотека научных разработок и проектов МГСУ). - ISBN 978-5-7264-0683-1. – URL: [file:///C:/Users/lib\\_nbo/Downloads](file:///C:/Users/lib_nbo/Downloads). – Текст : электронный.
4. Белевич, В. Б. Справочник кровельщика / В. Б. Белевич. – Москва : Высшая школа, 2002. - 462 с. : ил. - ISBN 5-06-003825-4.
5. Белов, В. В. Лабораторные определения свойств строительных материалов / В. В. Белов, В. Б. Петропавловская. – Москва : АСВ, 2004. - 175 с. : ил. - ISBN 5-93093-256-5.
6. Волженский, А. В. Минеральные вяжущие вещества. Технология и свойства : учебник / А. В. Волжский, Ю. С. Буров Юрий Сергеевич, В. С. Колокольников. - 3-е изд., перераб. и доп., Репр. изд. - Москва : ЭКОЛИТ, 2011. - 476 с. : ил. - ISBN 978-5-4365-0029-4.
7. Калугин, А. В. Деревянные конструкции : учебное пособие / А. В. Калугин. – Москва : АСВ, 2008. – 288 с. : ил. – ISBN 978-5-93093-569-1.
8. Долгун, А. И. Строительные конструкции : учебник / А. И. Долгун, Т. Б. Меленцова. –Москва : Академия, 2012. – 427 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-6941-8.
9. Основин, В. Н. Справочник по строительным материалам и изделиям / В. Н. Основин, Л. В. Шуляков, Д. С. Дубяго. - Москва : Феникс, 2008. – 445 с. : ил. - (Строительство и дизайн). - ISBN -5-222-05350-4.
10. Завадский, В. Ф. Технология изоляционных строительных материалов и изделий. В 2 частях. Часть 1. Стеновые материалы и изделия / В.Ф. Завадский. - Москва : Академия, 2012. – 192 с. : ил. – (Бакалавриат). – ISBN 978-5-7695-6514-4. – URL: <https://academia->

[moscow.ru/ftp\\_share/books/fragments/fragment\\_16447.pdf?ysclid=ld1naumodp854737538](http://moscow.ru/ftp_share/books/fragments/fragment_16447.pdf?ysclid=ld1naumodp854737538). – Текст : электронный.

11. Иванов, Ю. В. Реконструкция зданий и сооружений. Усиление, восстановление, ремонт / Ю. В. Иванов. - Москва : АСВ, 2017. - 312 с. : ил. - ISBN 978-5-93093-647-6. В б-ке нет, закончилась подписка.

12. Ищенко, И. И. Каменные работы / И. И. Ищенко. - Изд. 7-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 240 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1285-3.

13. Киреева, Ю. И. Современные строительные материалы и изделия / Ю. И. Киреева. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. - 247 с. : ил. - (Справочник). - ISBN 978-5-222-17246-9.

14. Ключев, Г. И. Паркетчик (базовый уровень) : учебное пособие / Г. И. Ключев. - Москва : Academia, 2010. - 64 с. : ил. - ISBN 978-5-7695-5364-6. – URL: [https://academia-moscow.ru/ftp\\_share/books/fragments/fragment\\_20863.pdf?ysclid=ld1nqiatkm723309672](https://academia-moscow.ru/ftp_share/books/fragments/fragment_20863.pdf?ysclid=ld1nqiatkm723309672). – Текст : электронный.

15. Малин, В. И. Справочник молодого облицовщика-плиточника и мозаичника / В. И. Малин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 1988. - 208 с. : ил. - (Профтехобразование).

16. Мангушев, Р. А. Основания и фундаменты : учебник / Р. А. Мангушев. - Москва : АСВ, 2013. - 389 с. : ил. - ISBN 978-5-93093-855-5.

17. Мяснянкин, А. В. Дом из местных материалов. Возведение и ремонт его конструкций : учебное пособие / А. В. Мяснянкин, А. А. Мяснянкин. - Москва : АСВ, 2003. - 208 с. : ил. - ISBN 5-93093-205-0.

18. Роговой, М. И. Технология искусственных пористых заполнителей и керамики : учебник / М. И. Роговой. - Москва : ЭКОЛИТ, 2011. - 319 с. : ил. - ISBN 978-5-4365-0020-1.

19. Стаценко, А. С. Технология строительного производства : учебное пособие для студентов по направлению "Строительство" / А. С. Стаценко. - Изд. 2-е. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 416 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-13222-7.

20. Тихомирова, Т. Е. Отделочные материалы в строительстве : учебное пособие / Т. Е. Тихомирова. - Москва : Academia, 2011. - 267 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-7426-9.

21. Филимонов, П. И. Справочник молодого каменщика / П. И. Филимонов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 1990. - 239 с. : ил. - ISBN 5-06-000917-3.
22. Чичерин, И. И. Общестроительные работы : учебное пособие / И. И. Чичерин. – Москва : Академия, 2014. - 416 с. - (Федеральный комплект учебников) (Профессиональное образование). - ISBN 5-7695-1952-5.

Кондрашкин Олег Борисович  
Гулин Иван Анатольевич  
Мартос Виталий Валерьевич  
Можаяев Игорь Валерьевич

## Строительное дело и материалы

Учебное пособие

Редактор:  
Н.В. Викулова