


Бахчисарайский колледж строительства, архитектуры и дизайна  
(филиал) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

Утверждаю  
Директор Бахчисарайского  
колледжа строительства,  
архитектуры и дизайна  
(филиал) ФГАОУ ВО «КФУ  
им. В.И. Вернадского»  
 Г.П. Пехарь

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**  
**ПО СТРОИТЕЛЬНОМУ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ**  
**ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ СПО**  
**СПЕЦИАЛЬНОСТИ**  
**08.02.01 СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

г. Бахчисарай  
2018 г.

Рассмотрено и одобрено на заседании

Введено в действие

методического совета,

приказом директора

протокол № 6 от «28» 02 2018 г.

от «01» 02 2018 г. № 49/17

Составитель:

**Мухамедова Л.М.**, преподаватель профессиональных дисциплин высшей квалификационной категории. Методическое пособие по строительному материаловедению для обучающихся заочной формы обучения СПО специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений. БКСАиД, 2018. – 79 стр.

### Аннотация

к методическому пособию по строительному материаловедению  
для обучающихся заочной формы обучения СПО  
специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

В методическом пособии приведены содержание по темам дисциплины, список рекомендуемой литературы, рассмотрены теоретические вопросы технологии производства и применения материалов в строительстве, их свойства и происхождение. Приведены варианты заданий к домашней контрольной работе по строительному материаловедению и примеры решения типовых задач.

Рассмотрено и утверждено на заседании цикловой методической комиссии № 3 «Дисциплин профессионального цикла по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений, 07.02.01 Архитектура»

«26» феврале 2018 г.

Протокол № 9

Председатель ЦМК Базарная Е.А. Базарная

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРОГРАММА

1. Введение.....	4
2. Тема 1. Основные свойства строительных материалов.....	5
3. Тема 2. Древесные материалы и изделия.....	10
4. Тема 3. Природные каменные материалы.....	13
5. Тема 4. Керамические материалы.....	14
7. Тема 5. Стекло и изделия из стекла.....	16
8. Тема 6. Металлы в строительстве.....	18
9. Тема 7. Минеральные вяжущие вещества.....	24
10. Тема 8. Строительные бетоны.....	29
11. Тема 9. Сборные бетонные и железобетонные конструкции.....	37
12. Тема 10. Строительные растворы.....	41
13. Тема 11. Искусственные каменные материалы и изделия.....	43
14. Тема 12. Битумные и дегтевые вяжущие и материалы на их основе..	46
15. Тема 13. Полимеры и материалы.....	48
16. Тема 14. Теплоизоляционные и акустические материалы.....	54
17. Тема 15. Лакокрасочные материалы.....	55

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

18. Таблица распределения заданий контрольной работы по вариантам..	61
19. Вопросы к контрольной работе.....	62
20. Задачи к контрольной работе.....	67
21. Примеры решения задач контрольной работы.....	76
22. Литература.....	79

## 1. Введение

Строительное материаловедение является базовой дисциплиной для обучающихся по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений. Цель изучения дисциплины – ознакомление с основами производства строительных материалов, изделий и конструкций, их свойствами, марками, технологией применения, транспортировкой и хранением.

При изучении каждой темы теоретической части дисциплины, необходимо обратить внимание на последние современные достижения в промышленности строительных материалов, на производство и применение новых конструктивных материалов и изделий. К выполнению контрольной работы обучающийся должен приступить после изучения теоретического материала, который разбит на 15 тем. Контрольная работа выполняется в обычной школьной тетради. Для замечаний преподавателя оставляются поля. Условия задач и контрольные вопросы записываются полностью на новой странице, ответы на теоретические вопросы должны быть краткими и исчерпывающими, решение задач необходимо сопровождать краткими пояснениями, рисунками, схемами и таблицами. В конце контрольной работы обучающийся указывает, какой литературой он пользовался при изучении той или иной темы. Выполненную контрольную работу обучающийся высылает на проверку в установленные колледжем сроки. Обучающийся, получивший зачет по домашней контрольной работе допускается к экзамену (дифференцированному зачету). Вариант контрольной работы определяется по последней цифре шифра обучающегося, который совпадает с номером зачетной книжки.

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны знать: основные свойства, способы изготовления, перевозки, хранения и применения строительных материалов. Уметь распознавать материал и определять его основные свойства, как в лаборатории, так и в полевых условиях.

## Тема 1. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

Способность материалов реагировать определенным образом на воздействие внешних или внутренних силовых, тепловых, усадочных и других факторов называют свойством материалов. Основные свойства строительных материалов можно разделить на несколько групп:

- физические (истинная и средняя плотность, пористость);
- отношение материалов к действию воды и отрицательных температур (водопоглощение, водопроницаемость, водостойкость, морозостойкость);
- отношение материалов к действию тепла (теплопроводность, теплоемкость, огнестойкость, огнеупорность, термостойкость);
- механические (прочность, твердость, истираемость).

### Физические свойства:

**Истинная плотность** - масса вещества, содержащаяся в единице объема, не считая пор. Для определения истинной плотности,  $\text{г/см}^3$  или  $\text{кг/м}^3$ , необходимо массу сухого материала ( $m$ ) разделить на объем ( $V$ ), занимаемый материалом без пор и пустот:  $\rho = m / V$ .

**Средняя плотность** - масса единицы объема в естественном состоянии (вместе с порами). Средняя плотность,  $\text{г/см}^3$  или  $\text{кг/м}^3$ , определяется по формуле  $\rho_o = m / V_e$ .

Массу образца определяют на весах. Объем образца определяют в зависимости от его формы и пористости различными способами. Образцы правильной геометрической формы измеряют, их объем вычисляют по формулам: для параллелепипеда  $V = S \cdot h$ ; для пирамиды  $V = S \cdot h / 3$ ; для цилиндра  $V = S \cdot h$ ; для конуса  $V = 3 \cdot S \cdot h / 2$ ; для куба  $V = h^3$ , где  $V$  - объем тела,  $\text{см}^3$ ;  $S$  - площадь основания,  $\text{см}^2$ ;  $h$  - высота тела,  $\text{см}$ .

Для тел не имеющих правильной геометрической формы, для определения средней плотности применяют гидростатический метод взвешивания в инертной по отношению к нему жидкости или по объему вытесненной им

жидкости при погружении в нее. Когда требуется определить величину средней плотности пористого тела неправильной формы, после взвешивания его покрывают тонким слоем парафина или воска и определяют объем гидростатическим взвешиванием.

**Пористостью** материала называют степень заполнения объема материала порами. Пористость материала, в % , определяют по формуле

$$П = [(p - p_0) / p] \cdot 100 .$$

Пористость является важнейшей физической характеристикой большинства строительных материалов. При одном и том же веществе строительный материал тем слабее сопротивляется механическим силам, усилиям другого происхождения (тепловым, усадочным и т. п.), чем больше и крупнее поры в его объеме. Открытые поры строительного материала, сообщающиеся с окружающей средой, увеличивают проницаемость и водопоглощение, снижают морозостойкость. Увеличение закрытой пористости улучшает теплозащитные свойства, повышает долговечность.

**Водопоглощение** это свойство материала впитывать и удерживать в себе воду при непосредственном соприкосновении с ней. Количественное выражение водопоглощения характеризуется массовым или объемным водопоглощением. В лабораторных условиях образец постепенно погружают в воду или путем кипячения в воде достигают полного водопоглощения.

Величина водопоглощения по массе, представляет собой отношение массы поглощенной материалом воды ко всей массе сухого материала и определяется по формуле  $В_{мас.} = [(m_b - m_c) / m_c] \cdot 100\%$

Величина объемного водопоглощения, представляет собой отношение массы поглощенной воды ко всему объему тела и определяется по формуле

$$В_{об.} = [(m_b - m_c) / V_e] \cdot 100\%$$

Повышенное водопоглощение строительных материалов снижает прочность, увеличивает массу, повышает теплопроводность, снижает устойчивость по отношению к действию агрессивных сред, способствует появлению сырости в жилых помещениях.

**Водостойкость** - степень снижения прочности материала при предельном его водонасыщении; она численно характеризуется коэффициентом размягчения, определяемым по формуле  $K_{разм.} = R_{нас} / R_{сух}$ , где  $R_{нас}$  - предел прочности при сжатии материала в насыщенном водой состоянии, МПа;  $R_{сух}$  - предел прочности при сжатии материала в сухом состоянии, МПа.

**Морозостойкость** - способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без видимых признаков разрушения и значительного снижения прочности. Замораживание испытуемых образцов производится при температуре - 17-20°C, оттаивание осуществляется в водной среде, температура которой поддерживается в пределах + 17 - 20 °С.

Степень морозостойкости характеризуется наибольшим числом циклов попеременного замораживания и оттаивания, которое способны выдерживать соответствующие образцы без снижения предела прочности при сжатии более чем на 15% и без потери в массе более чем на 5%. Марки материала по морозостойкости следующие: Мрз 10; Мрз 15; Мрз 25; Мрз 50; Мрз 100; Мрз 150; Мрз 200; Мрз 300.

**Теплопроводность** - это способность материала передавать через свою толщину тепловой поток, возникающий вследствие разности температур на поверхностях, ограничивающих материал.

Теплопроводность материала зависит от пористости, характера пор и вида материала, влажности и средней температуры, при которой происходит передача тепла. Величина ее характеризуется коэффициентом теплопроводности, Вт/(м · °С):  $\lambda = Q \cdot a / S \cdot (t_1 - t_2) \cdot z$ .

Ориентировочно величину коэффициента теплопроводности можно определить по средней плотности, пользуясь эмпирической формулой, предложенной профессором В. П. Некрасовым:

$$\lambda = 1,163 ( \sqrt{0,0196 + 0,22 p_0^2} - 0,14 ) \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$$

**Теплоемкость** - это свойство материала поглощать при нагревании определенное количество тепла, причем с повышением теплоемкости больше выделяется теплоты при охлаждении материала. Теплоемкость оценивается с помощью так называемой удельной теплоемкости, которая показывает количество теплоты, необходимое для нагревания 1 кг материала на 1°C. Удельную теплоемкость (С) называют коэффициентом теплоемкости и определяют по формуле

$C = Q / m \cdot (t_2 - t_1)$ , где Q - количество теплоты, затраченное на нагревание материала, Дж; m - масса материала, кг;  $(t_2 - t_1)$  - разность температур материала до и после нагрева, °С.

**Огнестойкость** - способность материала выдерживать действие высоких температур при сохранении конструкцией несущей способности и устойчивости в течение сравнительно короткого промежутка времени (пожара). По огнестойкости строительные материалы делятся на три группы: негорючие, трудногорючие и горючие. Негорючие материалы при воздействии огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются. При этом некоторые материалы незначительно деформируются (кирпич, черепица, бетоны), другие же могут сильно деформироваться (сталь) или разрушаться (природные камни, например гранит, мрамор, известняк), особенно при одновременном воздействии воды. Трудногорючие материалы под воздействием огня или высокой температуры с трудом воспламеняются, тлеют и обугливаются. Горение таких материалов (фибролит, гидроизол, асфальтовый бетон и др.) происходит только при наличии огня, а после его удаления прекращается. Горючие материалы (дерево, рубероид, пластмассы и др.) под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются или тлеют и продолжают гореть или тлеть после удаления источника огня.

### **Механические свойства:**

**Прочность** - свойство материала сопротивляться разрушениям под действием напряжений, возникающих от нагрузок, температуры,



атмосферных осадков и других факторов. Под влиянием этих сил материал может подвергаться сжатию, растяжению, изгибу, срезу и удару.

Прочность строительных материалов характеризуется так называемым пределом прочности при сжатии  $R_{сж}$ . или пределом прочности при изгибе  $R_{изг}$ , т.е. напряжениями, соответствующими нагрузке, вызывающей разрушение образца материала. Предел прочности при сжатии, кгс/см<sup>2</sup> (МПа),  $R_{сж} = P/S$ ; напряжение при изгибе при одном сосредоточенном грузе, кгс/см<sup>2</sup> (МПа),  $R_{изг} = 3 \cdot P \cdot l / 2 \cdot b \cdot h^2$ , где  $P$  - разрушающая нагрузка, кгс;  $S$  - средняя рабочая площадь образца, см<sup>2</sup>;  $l$  - расстояние между опорами, см;  $b$  - ширина поперечного сечения балочки, см;  $h$  - высота поперечного сечения балочки, см.

**Твердость** - способность материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела.

Твердость приходится учитывать при использовании материала в различных сооружениях, а также при изготовлении режущих инструментов.

Для определения твердости металлов, бетонов существует несколько способов. Одним из наиболее распространенных является способ, заключающийся во вдавливании стального закаленного шарика в испытуемый материал.

Величина, характеризующая твердость, кгс/мм<sup>2</sup>, вычисляется по формуле  $НВ = P / S$ , где  $P$  - нагрузка на шарик, кгс;  $S$  - площадь поверхности луночки, мм<sup>2</sup>.

На материал в конструкции действует не только механическая нагрузка, но и внешняя среда, при воздействии которой могут разрушаться даже прочные материалы. Например, высокопрочный плотный бетон на обычном портландцементе подвергается коррозии в морских сооружениях, а силикатный кирпич нельзя применять для кладки печей и фундаментов; поэтому при выборе материала нужно руководствоваться всеми его свойствами, в том числе и стойкостью к воздействию среды, в которой работает конструкция.

При изучении материала этой темы необходимо обратить внимание на формулы и единицы измерения. При изучении механических свойств необходимо законспектировать схемы стандартных методов определения границ прочности на сжатие, изгиб, размеры и наименование стандартных образцов, формулы для определения границ прочности.

В результате изучения этой темы обучающийся должен знать свойства строительных материалов, знать основные формулы и единицы измерения величин.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Истинная и средняя плотность материалов. Чем отличается средняя плотность от истинной? Методы определения плотности.
2. Пористость материалов. Как влияет пористость на свойства материалов?
3. Теплопроводность и теплоемкость материалов. Факторы, их определяющие. Как изменится теплопроводность кирпича с увеличением его пористости.
4. Свойства материалов по отношению к действию тепла и высоких температур (огнестойкость, огнеупорность)
5. Свойства материалов по отношению к действию воды. Как изменяются свойства строительных материалов при увлажнении? Как изменится теплопроводность кирпичной стены после ее увлажнения?
6. Как определяется водопоглощение и влажность материалов?
6. Морозостойкость и способы ее оценки.
7. Механические свойства материалов (прочность, твердость, истираемость)
8. От чего зависят акустические свойства материалов?

## **Тема 2. ДРЕВЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

Древесина это уникальный строительный материал, к достоинствам которого относятся, во-первых, высокая прочность (при сжатии предел прочности составляет 35-70 МПа, при растяжении и изгибе пределы прочности равны 80-120 МПа); во-вторых, легкость (средняя плотность древесины примерно 400—700 кг/м<sup>3</sup>).

Низкая теплопроводность (особенно поперек волокон), высокая химическая стойкость в отношении кислот, щелочей, технологичность при использовании, надежная склеиваемость и красивый внешний вид дерева делают его эффективным отделочным материалом.

Однако древесина обладает и недостатками, ограничивающими области ее применения: анизотропностью, т.е. неоднородностью ее структуры и свойств в разных направлениях; повышенной гигроскопичностью. Оба эти недостатка приводят к неравномерному набуханию, короблению и растрескиванию пиломатериалов из древесины. К недостаткам относятся также загниваемость в переменно-влажностных условиях, легкая возгораемость, наличие разнообразных пороков, снижающих сортность древесных материалов.

Эти недостатки следует учитывать при эксплуатации деревянных конструкций. Например, для защиты лесных материалов от загнивания их пропитывают специальными веществами антисептиками, а для защиты от возгорания - обрабатывают антипиренами.

С целью снижения гигроскопичности древесину обрабатывают гидрофобными веществами. Для уменьшения влияния неоднородности структуры применяют прессование с предварительной деструкцией.

На свойства древесины существенное влияние оказывают ее структура и влажность. В древесине содержится влага трех видов: связанная, или гигроскопическая; свободная, или капиллярная; химически связанная.

Истинная плотность ( $p$ ) древесного вещества для всех пород примерно одинакова и составляет в среднем  $1,54 \text{ г/см}^3$ .

Средняя плотность ( $p_o$ ) различна у разных древесных пород. Ее величина зависит от строения древесины, процента поздней древесины и других факторов. В значительной мере она зависит и от влажности. Среднюю плотность древесины с данной влажностью пересчитывают на плотность при стандартной влажности (12%), соответствующей комнатно-сухому состоянию древесины ( $\text{кг/м}^3$ ):

$$p_{o12} = p_{ow} [1 + 0.01(1 - k_o)(12 - W)],$$

где  $\rho_{012}$  - средняя плотность образца древесины при влажности  $W=12\%$ ;

$\rho_{ow}$  - средняя плотность влажного образца при влажности  $W, \%$ ;

$k_o$  - коэффициент объемной усушки, который показывает, на сколько процентов изменяется объем образца при изменении влажности на  $1\%$ ;

$W$  - влажность образца, %.

**Прочность.** Предел прочности древесины (с влажностью  $W$  в момент испытания) при сжатии вдоль волокон ( $R_{сж}$ ) определяют на стандартных образцах сечением  $20 \times 20$  мм и длиной 30 мм. и рассчитывают по формуле

$R_{сж} = P / (a \cdot b)$ , где  $P$  - максимальная разрушающая нагрузка, Н;  $a$  и  $b$  - размеры поперечного сечения, м.

Предел прочности при статическом изгибе ( $R_{изг}$ ) древесины с влажностью  $W$  в момент испытания определяют на образцах-балочках размером  $20 \times 20$  мм и длиной 300 мм по формуле

$$R_{изг} = 3 P \cdot l / (2 (b \cdot h^2)),$$

где  $P$  - разрушающая сила, Н;  $l$  - расстояние между опорами, м;  $b$  и  $h$  - ширина и высота балки, м.

Прочность древесины значительно понижается с увеличением влажности. Она должна быть приведена к прочности при стандартной влажности в  $12\%$  по формуле

$$R_{12} = R_w [1 + a (W - 12)],$$

где  $R_{12}$  - предел прочности при  $12\%$  - ной влажности;  $R_w$  - предел прочности при влажности  $W, \%$ ;  $W$  - влажность испытуемой древесины, % ;  $a$  - поправочный коэффициент на влажность, который показывает, насколько изменяется прочность древесины при изменении влажности на  $1\%$ . Для сосны коэффициент  $a$  при сжатии и изгибе равен  $0,04$ .

В результате изучения этой темы обучающийся должен знать основные породы древесины, применяемой в строительстве, изделия и конструкции из древесины, область применения, требования к их качеству.

## Вопросы для самоконтроля

1. Укажите стандартную влажность древесины.
2. Какие древесные породы чаще других применяют в строительстве?
3. Положительные и отрицательные качества древесины как строительного материала.
4. В каком виде находится влага в древесине? Как она влияет на физико-механические свойства древесины?
5. В каких строительных конструкциях и деталях целесообразно использовать древесину?
6. Каковы наиболее доступные меры предохранения древесины от загнивания и возгорания?
7. Назовите основные изделия и конструкции из древесины.
8. На каких образцах определяется прочность древесины на сжатие и изгиб?

## Тема 3. ПРИРОДНЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Наиболее простыми и доступными строительными материалами являются природные каменные материалы. Их применяют с древнейших времен в виде изделий (камни, блоки, плиты) и в виде рыхлых масс (песок, гравий, щебень), а также в качестве сырья для производства неорганических вяжущих веществ. Природные каменные материалы применяют для облицовки фасадов и сооружений различного назначения, например опор мостов, трубопроводов, набережных, плотин, а также в дорожном строительстве. Горной породой называется минеральная масса, состоящая из одного или нескольких минералов. Она возникла в земной коре под влиянием определенных геологических процессов, что нашло отражение в ее структуре и свойствах. Горные породы подразделяются на три типа: магматические, осадочные и метаморфические.

Минералом называют однородный по химическому составу и физическим свойствам продукт физико-химических процессов, совершающихся в земной

коре. Основными свойствами минерала являются твердость, которую определяют по шкале Мооса, спайность, цвет, блеск, строение, химический состав.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие строительные материалы и изделия получают из горных пород?
2. Чем отличается горная порода от минерала?
3. Назовите основные физические свойства минералов.
4. Перечислите горные породы, состоящие в основном из карбонатов и сульфатов кальция и магния.
5. Для каких целей в строительстве применяют гранит, базальт, диабаз, пемзу, вулканические туфы, глинистые сланцы, глину?
6. Какие горные породы применяют в качестве стеновых материалов?
7. Защита природного камня от разрушения в конструкциях зданий и сооружений.

## **Тема 4. КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

Керамикой принято называть изделия самого разнообразного назначения, обладающие свойствами искусственного камня, полученного спеканием предварительно отформованных керамических масс, состоящих из тонко измельченного минерального сырья.

Керамические изделия делят на две группы: пористые и плотные. Первые характеризуются водопоглощением 5% и более, вторые – менее 5%.

К пористым изделиям относят глиняный обыкновенный кирпич, пористый и пустотелый, пустотные стеновые камни, черепицу кровельную, облицовочную плитку и трубы, к плотным изделиям – плитки для полов и дорожный кирпич. Сырьевыми материалами для производства керамических изделий являются различные глины, а также шамот, кварцевый песок, шлак и органические добавки (древесные опилки, угольная и торфяная пыль), выгорающие при обжиге. Глинами называют землистые минеральные массы, способные образовывать с водой пластичное тесто, сохраняющее при высыхании приданную форму, а после обжига необратимо переходящее в

камнеподобное состояние. Глины образовались в результате выветривания изверженных полевошпатовых горных пород. Процесс выветривания горной породы состоит из механического разрушения и химического разложения. Механическое разрушение происходит в результате воздействия переменной температуры, воды, ветра, химическое в результате воздействия различных реагентов, например воды и углекислоты, на полевошпат. Важнейшими свойствами глин являются пластичность, отношение к сушке (воздушная усадка) и отношение к высокой температуре. Пластичность обуславливает возможность формования из глин различных керамических изделий. Степень пластичности зависит от минералогического и гранулометрического (зернового) состава, формы и характера поверхности зерен (шероховатая или окатанная), а также от содержания растворимых солей, органических примесей и воды. Глины по степени пластичности делят на высокопластичные с водопотребностью более 28%, воздушной усадкой от 10 до 15%; средней пластичности (водопотребностью 20 – 28%, воздушной усадкой от 7 до 10%); малопластичные (водопотребностью менее 20%, воздушной усадкой 5 – 7%. Воздушной усадкой называется уменьшение объема глины, происходящее при сушке отформованных изделий в условиях нормальной, т. е. комнатной, температуры воздуха (вследствие удаления из нее воды и сближения глиняных частиц); величина усадки выражается в процентах и для кирпичных глин колеблется в пределах от 4 до 15%. Производство керамических изделий состоит из следующих основных технологических операций: добычи, транспортирования и хранения сырьевых материалов, их переработки и обогащения, приготовления керамических масс, формования сырца, сушки и обжига изделий.

В результате изучения темы обучающиеся должны знать что такое керамика, какие основные изделия и конструкции из керамики применяются в строительстве, их размеры и марки, схему производства керамических изделий. Уметь оценивать их качество по внешнему виду, форме и размерам.

## Вопросы для самоконтроля

1. Какие материалы называются керамическими, и как они разделяются по основным классификационным признакам?
2. Сырьевые материалы для керамического производства, и их основные свойства.
3. Какова общая технологическая схема производства керамических изделий?
4. Стеновые керамические изделия: группы, основные требования к ним, свойства и области применения.
5. Керамические изделия для наружной и внутренней облицовки зданий.
6. Определить марку кирпича керамического, если средняя разрушающая нагрузка при испытаниях эталонных кубиков на сжатие 300 Кн.?
7. Толщина кладки стены в два кирпича, выразите ее в сантиметрах.

## Тема 5. СТЕКЛО И ИЗДЕЛИЯ ИЗ СТЕКЛА

*Стеклами* называют переохлажденные жидкости, не успевшие при остывании перейти в кристаллическое состояние. Иными словами, стекла — это жидкости, имеющие бесконечно большую вязкость, что придает им многие свойства твердого тела. В отличие от истинно твердых тел, стекла при нагревании не плавятся, а размягчаются постепенно переходя в пластичное, а затем и в жидкое состояние. При охлаждении процесс идет в обратной последовательности. Еще одна отличительная черта стекол — *изотропность* — одинаковость свойств по всем направлениям.

В строительстве, в основном, применяют *силикатное стекло* получаемое в промышленных масштабах из простейшего минерального сырья: кварцевого песка, мела, соды и других компонентов.

Прозрачность и возможность окраски стекла в любые цвета, высокая химическая стойкость, достаточно высокая прочность и твердость, и многие другие ценные свойства делают стекло незаменимым строительным материалом. Его используют не только для сооружения светопрозрачных конструкций (окон, витражей, фонарей), но и как конструкционный и отделочный материал. В современном строительстве высотные здания часто имеют фасады, полностью выполненные



из стекла с улучшенными декоративными, светоотражающими и теплозащитными свойствами. Кроме того, из стекла получают различные стеклоизделия (блоки, трубы, стеклопрофилит), эффективные теплоизоляционные материалы (пеностекло и стеклянную вату), а также стекловолокно и стеклоткани.

Обычное стекло получают в непрерывно действующих ваннных печах с полезным объемом до  $600 \text{ м}^3$  и суточной производительностью более 300 т. Для варки специальных (оптических, цветных и др.) стекол применяют периодически действующие ваннные, а также горшковые печи.

Стекловарение — главнейшая операция стекольного производства. На первой стадии этого процесса — *силикатообразовании* — щелочные компоненты образуют с частью кремнезема силикаты, плавящиеся уже при  $1000... 1200^\circ \text{C}$ .

В этом расплаве при дальнейшем нагревании растворяются наиболее тугоплавкие компоненты  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Образующаяся при этом масса неоднородная по составу и насыщена газовыми пузырьками.

Удаление пузырьков и полная гомогенизация расплава осуществляется на второй наиболее длительной стадии стекловарения — *стеклообразовании* — при температуре  $1400... 1600^\circ \text{C}$ . Третья заключительная стадия — *студка* — охлаждение стекломассы до температуры, при которой она приобретает оптимальную для данного метода формования стеклоизделий вязкость.

**Формование.** Метод выработки (формования) зависит от вида изделия. Для получения строительного стекла используют вытяжку, прокат, прессование.

При охлаждении стекла вследствие низкой его теплопроводности в нем возникают внутренние напряжения. Наиболее опасным моментом с этой точки зрения является переход стекла от вязкопластического состояния к хрупкому, поэтому для снятия внутренних напряжений после формования производят отжиг — охлаждение по специальному режиму: быстрое до начала затвердевания стекломассы, очень медленное в опасном интервале температур ( $600-300^\circ \text{C}$ ) и вновь быстрое до нормальной температуры.

Виды листового стекла: оконное, витринное, армированное, ламинированное, светорассеивающее, увиолевое, цветное, декоративное,

огнестойкое. Изделия из стекла: стеклопакеты, стеклянные блоки, стекловолокно, пеностекло. В результате изучения темы обучающиеся должны знать основные свойства такого уникального материала, как стекло и изделий из него, особенности их применения.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Перечислите сырье необходимое для производства стекла.
2. Перечислите виды листового стекла.
3. Какие изделия из стекла применяются в строительстве?
4. Каковы правила транспортировки оконного стекла?
5. Что такое стемалит, марблит и смальта?

## **Тема 6. МЕТАЛЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.**

Металлами называют вещества, обладающие своеобразным металлическим блеском, пластичностью, высокой прочностью, электропроводностью и теплопроводностью, что обусловлено особой природой металлической связи.

У металлов своеобразные не только физические, но и химические свойства: способность к окислению и восстановлению в реакциях.

Чистые металлы в большинстве случаев обладают недостаточно высокими физическими, механическими и химическими свойствами. Для улучшения этих свойств металлы сплавляют с другими металлами и неметаллами.

Металлы разделяют на черные и цветные. К черным относятся железо и сплавы на его основе – стали и чугуны; остальные металлы являются цветными.

Черные металлы в зависимости от содержания в них углерода подразделяются на стали (с содержанием углерода до 2%) и чугуны  $C > 2\%$ .

Сталь – основной конструкционный материал, применяемый в строительстве. По химическому составу стали подразделяются на углеродистые и легированные. Углеродистые стали содержат железо,

углерод и примеси (марганец, кремний, серу, фосфор), которые называют нормальными при содержании их в пределах нормы. Легированные стали – кроме железа, углерода и нормальных примесей, содержат специально вводимые, для изменения свойств стали, легирующие добавки (никель, хром, титан, вольфрам и др.).

Свойства металлов, применяемых в строительстве, определяются по механическим и технологическим характеристикам. К механическим свойствам относятся прочность, относительное удлинение, твердость, ударная вязкость к технологическим – жидкотекучесть, свариваемость, ковкость электропроводность и др.

Прочность – способность тела сопротивляться деформации и разрушению под действием внешних нагрузок.

Предел прочности - напряжение, соответствующее максимальной нагрузке, выдерживаемой образцом до разрушения.

Относительное удлинение характеризует пластичность металла и определяется как отношение приращения расчетной длины образца к его исходной длине.

Под твердостью понимают способность материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела.

## **Основные виды металлов применяемых в строительстве**

### **Углеродистые конструкционные стали.**

Большая часть выплавляемых конструкционных сталей – углеродистые. Их отличает хорошие технологические свойства, экономичность, недефицитность. Углеродистые стали имеют сложный химический состав. Кроме основных компонентов – железа и углерода – они содержат примеси никеля, хрома, серы фосфора, кислорода, азота и других элементов. Углерод и примеси оказывают непосредственное влияние на структуру и свойства стали.

**Влияние углерода.** С увеличением содержания углерода в стали повышается ее твердость, предел прочности и текучести, уменьшается пластичность и

ударная вязкость, понижается плотность, теплопроводность и магнитная проницаемость, но возрастает ее электросопротивление.

**Влияние серы.** Сера попадает в сталь из руд и печных газов. Она является вредной примесью. Сталь, содержащая повышенное количество серы, не поддается горячей обработке давлением. Сернистые включения значительно понижают механические свойства стали, ухудшают ее коррозионную стойкость и свариваемость, хотя облегчается обработка стали резанием.

**Влияние фосфора.** Фосфор содержится в железной руде и является вредной примесью в стали, резко повышает температуру перехода стали в хрупкое состояние, т. е. вызывает так называемую хладноломкость стали. Фосфор повышает прочность, но уменьшает пластичность и вязкость стали. Он неравномерно распределяется в стальном слитке, вследствие чего некоторые средние участки стального слитка содержат повышенное количество фосфора, обладают значительно пониженной вязкостью.

Углеродистые стали производят обыкновенного качества и качественные. В зависимости от способа и степени раскисления стали подразделяются на кипящие (кп), спокойные (сп) и полуспокойные (пс). Если расплавленная сталь не раскислена, то при остывании происходит реакции между растворенными в ней углеродом и кислородом с образованием газа. Образующиеся пузырьки газа выделяются из слитка и ее поверхность бурлит. Эта сталь называется кипящей. Спокойная сталь. Сталь, содержащая кислород в растворенном состоянии или в виде оксида железа  $FeO$ , является красноломкой и поэтому ее нельзя обрабатывать давлением. Для уменьшения содержания кислорода в стали ее раскисляют полностью марганцем, кремнием и др. Раскисление состоит в том, что марганец и кремний соединяется с кислородом закиси железа, образует оксиды  $MnO$ ,  $SiO_2$  основная часть которых, выделяясь из стали, переходит в шлак. В результате раскисления улучшаются свойства, в частности повышается прочность, плотность горячекатаных стальных изделий..

Полуспокойная сталь. При раскислении стали иногда часть растворенного кислорода остается в ней, вследствие чего происходит

непродолжительное кипение стали. Такую сталь называют полуспокойной. Она занимает по качеству промежуточное положение между кипящей и спокойной.

**Легированные конструкционные стали.** Легированной называется сталь, в которой, кроме обычных примесей, содержатся специально вводимые легирующие элементы (хром, никель, молибден, вольфрам, алюминий, титан и др.). Легирующие элементы оказывают разностороннее влияние на свойства стали. Хром повышает твердость, уменьшает ржавление; никель повышает прочность и пластичность, коррозионную стойкость; ванадий повышает плотность, прочность, сопротивление удару, истиранию; кобальт повышает жаропрочность; ниобий повышает кислотостойкость.

Маркируются стали так. Если впереди марки стоят две цифры, они указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Одна цифра в начале марки означает среднее содержание углерода в десятых долях процента. Если в начале марки нет цифры, то количество углерода составляет 1%. Цифры, следующими за буквами, показывают среднее содержание данного элемента в процентах. Если за буквой отсутствует цифра, то содержание данного элемента около 1%. Буква А в конце марки обозначает высококачественную сталь. В маркировке приняты следующие буквенные обозначения легирующих элементов: Х – хром, Н – никель, А – азот, В – вольфрам, Е – селен, Г – марганец, Д – медь, Б – ниобий, Р – бор, П – фосфор, Ю – алюминий, М – молибден, К – кобальт, Ц – цирконий, Ф – ванадий, С – кремнезем, Т – титан.

Например, 12Х2Н4А – легированная сталь, высококачественная, с содержанием углерода 0,12%, хрома 2%, никеля 4%; Г13 – легированная сталь с содержанием углерода 1%, марганца 13%.

### **Низколегированные строительные стали**

Они содержат <0,22% С и до 2,5 % в основном недефицитных легирующих элементов марганца, хрома, азота и др. Низколегированная сталь при большей, чем у углеродистых, прочности имеют высокую пластичность,

хорошо свариваются, не образуя холодных и горячих сварочных трещин, обладают меньшей чувствительностью к старению и хладноломкости, коррозии. Их применяют для изготовления строительных конструкций (ферм, мостов) арматуры ж/бетонных конструкций.

**Термическая обработка стали.** Целью термической обработки стали является изменение ее структуры и свойств. При термической обработке сталь нагревают обычно до высоких температур и охлаждают. Большое влияние на структуру стали оказывает скорость его охлаждения. В зависимости от требований к стальным полуфабрикатам и изделиям применяют следующие основные виды термической обработки: отжиг, нормализацию, закалку отпуск.

### **Защита металлов от коррозии**

Защиту металлов от коррозии следует начинать правильным подбором химического состава и структуры. На практике для защиты металла от коррозии применяют легирование и защитные покрытия.

Легирующие элементы образуют с основным металлом сплавы, твердые растворы, которые повышают устойчивость металла к коррозии.

Для защиты металла от коррозии на его поверхности создают также пленки. Эти пленки могут быть металлическими, оксидными, лакокрасочными. Металлические пленки представляют собой механическую защиту (катодное покрытие) или электрохимическую (анодное покрытие).

Катодное покрытие – это покрытие металлом, который более электроположителен, чем основой. Например, железо способом лужения покрывают оловом. Разрушение основного металла может произойти только в том случае, если на покрытии образуется трещина или отверстие, и пленка уже не будет механически защищать металл.

Анодное покрытие – это покрытие более электроотрицательным металлом, чем основной. В соответствующих условиях будет разрушаться покрывающий металл. В случае повреждения электрохимическое растворение металла покрытия препятствует коррозии основного металла. Примерами этого вида защиты стали являются цинкование и хромирование.

При оксидировании естественную оксидную пленку, всегда имеющуюся на металле, делают более прочной путем ее обработки сильным окислителем.

Лакокрасочные покрытия основаны на механической защите металла пленкой из различных красок и лаков. При временной защите металлических изделий от коррозии (транспортировании, складировании) используют для покрытия металла невысыхающие масла (технический вазелин, лак этиноль), а также ингибиторы – вещества, замедляющие протекание коррозии (нитрат натрия).

В результате изучения темы обучающиеся должны знать марки чугуна и стали, виды арматурной стали и проката, конструкции из стали, алюминиевых сплавов, способы защиты металлов от коррозии. Уметь расшифровать марку чугуна, стали и класс арматуры.

### **Контрольные вопросы**

1. Свойства металлов применяемых в строительстве и их определения.
2. Что такое твердость металла? Методы определения твердости металла по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу.
3. Перечислите марки чугуна, применяемого в строительстве.
4. Перечислите марки и виды сталей, применяемых в строительстве.
5. Какая сталь применяется для изготовления металлической фермы.
6. Углеродистые стали обыкновенного качества. Применение этих сталей в строительстве.
7. Легированные стали. Основные легирующие элементы и их влияния на свойства сталей.
8. Термическая обработка стали (отжиг, нормализация, закалка, отпуск).
9. Защита металлов от коррозии.
10. По каким характеристикам определяется марка стали?
11. Назовите основные виды цветных металлов и сплавов.

12. Что такое стальной прокат? Где его применяют в строительстве?
13. Расскажите о стержневой арматуре.
14. Какие вы знаете соединения стальных конструкций?
15. Какие металлы относятся к черным? Какие металлы относятся к цветным?

## **Тема 7. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА**

Минеральными, вяжущими веществами принято называть неорганические тонкодисперсные порошки, которые, будучи затворенными водой или водными растворами солей, способны образовывать тестообразные массы, которые с течением времени схватываются, твердеют и превращаются в искусственный камень. Минеральные вяжущие вещества бывают воздушными и гидравлическими.

К воздушным относятся такие минеральные вяжущие вещества, которые при затворении водой могут образовывать искусственный камень (твердеть) только в воздушно-сухой атмосфере. Воздушные вяжущие вещества включают группы гипсовых (строительный и высокопрочный гипс, ангидритовые вяжущие, экстрих-гипс), группы известковых (строительная, карбонатная, магнезиальная извести) и группы магнезиальных (каустический магнезит и доломит) вяжущих. Гидравлические вяжущие вещества после затворения их водой способны твердеть, а после предварительного твердения на воздухе сохраняют и наращивают свою прочность в воде. В группу гидравлических вяжущих входят портландцемент и его разновидности: пуццолановые и шлаковые вяжущие, глиноземистый цемент.

**Строительный гипс** применяют в производстве гипсовой сухой штукатурки, перегородочных стеновых плит и панелей, элементов заполнения междуэтажных перекрытий, для изготовления вентиляционных коробов и других строительных деталей зданий и сооружений, работающих при относительной влажности ниже 65% . Сырьем для получения гипсовых вяжущих веществ служит гипсовый камень двугидрат сульфата кальция



$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и примеси. Производство строительного гипса состоит из дробления, тонкого помола и термической обработки гипсового камня.

Процесс помола осуществляется в шахтных или аэробильных мельницах с последующей термической обработкой измельченного полупродукта в гипсоварочных котлах или путем совместного помола и дегидратации гипсового камня в шаровых мельницах.

Природный гипсовый камень во время нагревания в температурном интервале 110 - 170°C теряет некоторую часть кристаллизационной воды и превращается в гипсовое вяжущее вещество или в так называемый полуводный гипс. Этот процесс может быть представлен в таком виде:



Полуводный гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  при затворении водой присоединяет ее и превращается в двухводный  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; при этом масса схватывается, твердеет и превращается в мелкопористый камень.

**Воздушная известь** получается в результате разложения известковых пород во время обжига их при температуре 900 - 1200 °C по схеме  $\text{CaCO} = \text{CaO} + \text{CO}_2$ . Полученный в результате обжига сырья кусковой продукт называется комовой (негашеной) известью, или известью-кипелкой.

**Гидратная известь** представляет собой продукт химического взаимодействия негашеной извести с водой. Процесс гидратации негашеной извести протекает по такой схеме:  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Гидратная известь кроме,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , содержит некоторое количество  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , силикаты, алюминаты и ферриты кальция, песок, глины и другие минеральные примеси, количество которых определяется составом негашеной извести. Гашение извести может производиться до гидратной извести в твердом виде (пушонка), до известкового теста и до известкового молока. Гидратная известь (пушонка) - тонкодисперсный порошок, получающийся при гашении комовой извести без избытка воды. Теоретически для гашения извести требуется 32,13% воды от массы кипелки. Учитывая, что в процессе гашения выделяется тепло и часть воды при этом испаряется, ее берется в 2 - 3 раза больше против теоретического, т. е. 60 -

80% от массы кипелки. Известковое тесто представляет собой пластическую тестообразную массу, состоящую из гидратной извести и воды, масса которой составляет 50 - 60% от теста. Средняя плотность теста около 1400 кг/м<sup>3</sup>.

**Портландцемент** это гидравлическое вяжущее вещество, получаемое тонким измельчением портландцементного клинкера с гипсом, а иногда и со специальными добавками. Клинкер получают обжигом до спекания тонкодисперсной однородной сырьевой смеси, состоящей из известняка и глины или некоторых других материалов (мергеля, доменного шлака и др.). Для регулирования сроков схватывания цемента к клинкеру при помоле добавляют гипсовый камень в количестве не менее 1,5 и не более 3,5% массы клинкера в пересчете на ангидрид серной кислоты SO<sub>3</sub>. Качество клинкера зависит от его химического и минералогического составов. Известняк, используемый для производства портландцемента, состоит из двух основных окислов (CaO и CO<sub>2</sub>), а глина - из различных минералов, содержащих окислы SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. В процессе обжига сырьевой смеси CO<sub>2</sub> удаляется, а оставшиеся окислы CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> образуют клинкерные минералы. Химический состав портландцементного клинкера характеризуется следующим содержанием основных окислов, % : окись кальция CaO 63 - 67; кремнезем SiO<sub>2</sub> 21 - 24; глинозем Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4 - 7; окись железа Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub> 2 - 4. Кроме основных окислов в портландцементном клинкере могут присутствовать и другие окислы: окись магния MgO, щелочные окислы K<sub>2</sub>O и Na<sub>2</sub>O, снижающие качество цемента. Окись магния, обожженная при температуре около 1500 °С, при взаимодействии с водой очень медленно гасится и вызывает появление трещин в уже затвердевшем растворе или бетоне. Наличие в цементе свыше 1% щелочных окислов может вызвать разрушение отвердевшего бетона на таком цементе. Перечисленные окислы не находятся в клинкере в свободном виде, а образуют силикаты, алюминаты и алюмоферриты кальция в виде минералов кристаллической структуры, и часть их входит в соединения стекловидной фазы. Основными минералами портландцемента являются такие:

трехкальциевый силикат	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2(\text{C}_3\text{S});$
двухкальциевый силикат	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2(\text{C}_2\text{S});$
трехкальциевый алюминат	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3(\text{C}_3\text{A});$
четырекальциевый алюмоферрит	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{C}_4\text{AF}).$

Минералогический состав клинкера имеет прямую связь с основными физико-механическими свойствами цемента, дает возможность предопределять свойства портландцемента и проектировать его состав для бетона конкретных эксплуатационных условий. Технологический процесс производства портландцемента состоит из следующих основных операций: добыча известняка и глины, подготовка (дробление, помол) сырьевых материалов и корректирующих добавок, приготовление из них однородной смеси заданного состава, обжиг смеси, измельчение клинкера в тонкий порошок совместно с гипсом. Различают мокрый и сухой способы производства портландцемента. При мокром способе измельчают и смешивают сырьевые материалы в присутствии воды, смесь обжигают в виде жидкого шлама во вращающихся печах; при сухом – материалы измельчают, смешивают и обжигают в сухом виде.

При затворении портландцемента водой образуется пластичное цементное тесто, постепенно густеющее и превращающееся в камень.

Типичными реакциями, характерными для твердения портландцемента и других вяжущих веществ, являются реакции гидратации, протекающие с присоединением воды. Они могут идти без распада основного вещества или сопровождаться его распадом (реакции гидролиза). Процесс твердения портландцемента в основном зависит от гидратации силикатов, алюминатов и алюмоферритов кальция.

В результате изучения темы обучающиеся должны знать названия вяжущих, технологию получения, их свойства и область применения, назначение марок, правила транспортировки и хранения. Должны уметь отличать по внешним признакам вяжущие вещества, уметь определять качество и сорт извести, марки гипса, портландцемента.

## Контрольные вопросы

1. Строительный гипс: технология производства, свойства и область применения.
2. Стандартные испытания строительного гипса (определение нормальной плотности, сроков схватывания, прочности).
3. Виды воздушной строительной извести.
4. Как происходит твердение строительных растворов на основе гашеной и негашеной извести?
5. Свойства воздушной извести и области применения.
6. Портландцемент. Минералогический состав клинкера и его влияние на свойства цемента
7. Сухой и мокрый способы производства портландцемента.
8. Твердение цемента, гидролиз и гидратация минералов портландцемента.
9. Виды коррозии цементного камня и меры борьбы с ней.
10. Основные строительно-технические свойства портландцемента и область его применения.
11. Быстротвердеющий и высокопрочный портландцемент: состав, свойства и области применения.
12. Сульфатостойкие портландцементы: состав, свойства и области применения.
13. Шлакопортландцемент: состав, свойства и области применения.
14. Пуццолановый портландцемент: состав, свойства и области применения.

## Тема 8. СТРОИТЕЛЬНЫЕ БЕТОНЫ

Искусственные каменные материалы, получаемые в результате затвердевания рационально подобранной смеси, состоящей из вяжущих материалов, воды, крупных (щебня или гравия) и мелкого (песка) заполнителей, называются бетонами.

Бетоны классифицируются по средней плотности (особо тяжелые, тяжелые, облегченные, легкие на пористых заполнителях и особо легкие), виду вяжущего вещества (цементные, силикатные и др.), назначению в строительстве (конструкционные, теплоизоляционные, дорожные, гидротехнические, химически стойкие, жаростойкие, высокопрочные), а также по другим показателям.

Основным показателем качества бетонов является предел прочности при одноосном сжатии образца-куба с ребром длиной 15 см с разделением их на классы (В) или предел прочности при сжатии цилиндрических образцов размером 15 x 30 см с разделением бетонов на классы (С). Показатели качества обоих классов принимаются по стандарту с гарантированной обеспеченностью, чем классы отличаются от деления на марки. Марка бетона нормируется по среднему значению показателя прочности на сжатие и выражается в кгс/см<sup>2</sup>: от 15 (для ячеистых бетонов) до 600 и выше (для тяжелых бетонов). Всего предусмотрено 19 классов по прочности на сжатие при испытании кубов (от В1 до В60) и 19 классов при испытании цилиндров (от С0,8 до С55); значение прочности выражается в МПа.

**Тяжелые (обычные) бетоны.** Бетон следует начинать изучать с бетонной смеси, которая по составу и качественным признакам должна не только обеспечивать получение в установленные сроки бетона с заданными показателями физико-технических свойств, но и удовлетворять определенным технологическим требованиям, связанным с выбором машин для приготовления, укладки и уплотнения смеси, с режимом их работы.

Независимо от принятой технологии изготовления изделий и вида бетона бетонная смесь должна удовлетворять двум требованиям:

- при транспортировании, выгрузке и укладке в формы сохранять однородность, достигнутую в процессе приготовления;

- обладать хорошей удобоукладываемостью, соответствующей принятым способу и условиям формования изделий.

Бетонные смеси в зависимости от их свойств в свежеприготовленном состоянии можно с некоторой условностью разделить на две категории:

- подвижные, относительно легко перемешиваемые и заполняющие формы главным образом под действием сил тяжести;

- жесткие, вследствие повышенных сил внутреннего трения характеризующиеся большим по величине предельным напряжением сдвига. Такие смеси требуют обязательного механического воздействия для принудительного заполнения формы и уплотнения.

Мерой подвижности бетонных смесей является величина оседания под действием собственной массы бетонного конуса определенных размеров, сформованного стандартным способом.

Мерой жесткости бетонных смесей служит скорость истечения, необходимая для того, чтобы контролируемая бетонная смесь, сформованная в виде конуса, переходя под действием вибрационных колебаний в состояние текучести, распределялась в стандартном техническом вискозиметре по закону сообщающихся сосудов (на одном уровне в кольце и вне кольца прибора). Жесткие бетонные смеси (благодаря пониженному начальному содержанию воды и более высокой концентрации прочного крупного заполнителя) имеют ряд преимуществ по сравнению с подвижными, а именно - при одинаковом расходе цемента и степени уплотнения прочность у бетона жестких смесей выше, нежели у бетона из пластичных смесей, а при сохранении заданной прочности может быть снижен расход цемента;

Вместе с тем, применение жестких бетонных смесей создает известные технологические и производственные трудности:

- требуется более мощное оборудование для принудительного перемешивания смеси и интенсивного ее уплотнения при формовании изделий;

- необходим тщательный контроль за точностью дозирования воды на замес при приготовлении смеси в процессе формования;

- растут сроки обработки смеси, увеличивается удельный расход электроэнергии, повышается износ оборудования.

При выборе типа бетонных смесей и показателей их подвижности или жесткости надо учитывать конкретные условия приготовления смеси, формования изделий, а также размеры, конфигурацию изделий, характер армирования и степень насыщенности конструкции арматурой.

**Подбор состава бетона.** Рациональный состав бетона должен обеспечить заданные показатели свойств бетонной смеси и готового бетона при наименьшей стоимости материалов и наименьших производственных затратах. Состав бетона выражается в виде расхода составляющих материалов по массе на 1 м<sup>3</sup> бетона или в виде количественного соотношения между составляющими материалами на единицу массы цемента. Разработан ряд методов проектирования состава бетона с использованием зависимостей в виде расчетных формул, графиков и таблиц, что дает возможность предварительно рассчитать состав бетона и затем уточнить отдельные его элементы на пробных замесах. Такой расчетно-экспериментальный метод определения состава бетона получил широкое распространение.

При любом методе подбора состава бетона последовательно определяют следующие параметры:

- рациональный зерновой состав заполнителей и их смеси (при наибольшей допустимой крупности), в виде количественного соотношения отдельных фракций заполнителей или мелкого и крупного заполнителя в целом;

- содержание воды (В) в 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси, необходимое для получения заданных показателей подвижности или жесткости смеси;

- водоцементное отношение (В/Ц), рассчитываемое по формуле прочности;

$R_6 = A \cdot R_{ц} \cdot (B/C \pm 0,5)$ , где  $R_6$  - прочность бетона в возрасте 28 суток;

$R_{ц}$  - активность или марка цемента; А - эмпирический коэффициент;

- расход цемента (Ц) на 1 м<sup>3</sup> бетона:  $\text{Ц} = \text{В} \cdot \text{Ц}/\text{В}$

- расход щебня (или гравия), рассчитываемый по формуле

$\text{Щ} (\Gamma) = 1000 / (a \cdot v / p_o + 1 / p)$  где  $a$  - коэффициент раздвижки зерен;

$v$  - пустотность крупного заполнителя;  $p_o$   $p$  - средняя и истинная плотность крупного заполнителя;

Тяжелый бетон оценивается пределом прочности при сжатии и пределом прочности на растяжение при изгибе, являющимися основной характеристикой механических свойств бетона. Прочность бетона характеризуется его маркой, которая определяется пределом прочности при сжатии стандартных бетонных кубов размером 15 x 15 x 15 см, изготовленных из рабочей бетонной смеси и испытанных в возрасте 28 сут после твердения в нормальных условиях. Прочность бетона зависит от активности цемента, В/Ц, качества заполнителей, степени уплотнения бетонной смеси и условий твердения. Основными факторами, влияющими на прочность бетона, являются активность цемента и В/Ц.

Цементы высокой активности дают более прочные бетоны, однако при одной и той же активности цемента можно получить бетон различной прочности в зависимости от изменения количества воды в смеси.

Зависимость прочности бетона от В/Ц объясняется следующими причинами. Известно, что цемент при твердении присоединяет всего 15 – 25% воды от своей массы в зависимости от качества цемента и срока твердения. Однако, для придания бетонной смеси подвижности в нее добавляют воды значительно больше (40 – 70% массы цемента В/Ц = 0,4 – 0,7). Избыточная вода, не вступает в химическую реакцию с цементом, остается в бетоне в виде водяных пор или испаряется, оставляя на своих местах воздушные поры. Наличие пор ослабляет бетон: чем больше их будет, т.е. чем больше В/Ц, тем ниже прочность бетона. Долговечность бетонных конструкций, подвергающихся в условиях эксплуатации совместному действию воды и мороза, зависит от морозостойкости бетона. Морозостойкость бетона характеризуется наибольшим числом циклов замораживания и оттаивания, которые способны выдержать образцы без



снижения предела прочности при сжатии более чем на 15% и без потери в массе более чем на 5%. Морозостойкость бетона зависит от его строения. В плотном бетоне имеются поры различных размеров и свойств. Мелкие поры (микропоры), например поры цементного геля, имеющие размер менее 10 мкм, непроницаемы для воды. В них содержится, обычно, связанная вода, которая не переходит в лед даже при температуре (- 70° С). Морозостойкость и водонепроницаемость бетона очень зависит от количества крупных пор (макропор) в бетоне, которые образуются водой, не вступивших в химическое взаимодействие с цементом, и имеют размер более 10 мкм. Макропористость бетона уменьшится, а его морозостойкость улучшается при понижении В/Ц и с увеличением возраста бетона. Обычно для получения достаточно морозостойкого бетона В/Ц принимают менее 0,5. Морозостойкость бетона можно повысить введением в его состав специальных гидрофобных воздухововлекающих добавок, уменьшающих проницаемость его пор и капилляров для воды и снижающих внутренние напряжения в бетоне при ее замерзании.

**Усадка и расширение бетона.** Усадка бетона, т.е. уменьшение его объема, проявляется при твердении бетона в атмосферных условиях при недостаточной влажности среды. При твердении в воде или во влажных условиях усадка резко уменьшается. Наибольшую усадку дает чистый цементный камень. Введение заполнителя уменьшает усадку. В среднем годовая усадка тяжелого бетона составляет 0,2 – 0,4 мм/м. Усадка бетона уменьшается при сокращении расходов цемента и воды. Быстрое высыхание бетона, особенно в раннем возрасте, приводит к значительной и неравномерной усадке и может вызвать появление на поверхности материала усадочных трещин. Во избежание этого применяют правильно подобранные составы бетона, обеспечивают надлежащие условия его твердения, устраивают специальные швы, бетон в массивные сооружения укладывают отдельными блоками, применяют химические добавки, уменьшающие усадку бетона.

**Легкие бетоны.** Бетоны называются легкими, если их средняя плотность в сухом состоянии не более  $1800 \text{ кг/м}^3$ , а изготовлены они с применением естественных или искусственных пористых заполнителей.

Основными техническими характеристиками легких бетонов являются показатели средней плотности и прочности при сжатии. Эти характеристики бетонов, в свою очередь, влияют на остальные строительные-технические свойства. Плотность и прочность бетона легко регулируют с помощью подбора соответствующего заполнителя, природного или искусственного. Так как цементный камень значительно утяжеляет бетон, то стремятся его содержание довести до минимума. В зависимости от степени пористости и характера строения различают легкие бетоны: плотного или слитного строения на основе вяжущего и пористых заполнителей (пористость материала определяется степенью пористости заполнителей и их содержанием в единице объема бетона);

- неплотные (крупнопористые) с межзерновой пустотностью, оставшейся не заполненной растворной составляющей;

- псевдоплотного строения, в которых все межзерновое пространство заполнено раствором, поры образованы в результате введения в смесь пены или вспучивания смеси при добавлении газообразователей.

В зависимости от назначения и технических свойств легкие бетоны разделяются на следующие типы: конструкционные, применяемые для несущих конструкций (стены, перекрытия и др.), плотностью  $1400 - 1800 \text{ кг/м}^3$  и прочностью на сжатие  $15 - 50 \text{ МПа}$ ;

- конструкционно-теплоизоляционные плотностью  $500-1400 \text{ кг/м}^3$  и прочностью  $2,5 - 10 \text{ МПа}$ , являющиеся основными материалами ограждающих конструкций зданий;

- теплоизоляционные плотностью до  $500 \text{ кг/м}^3$ , широко применяемые в слоистых конструкциях как утеплитель и звукопоглощающий материал.

**Специальные виды бетонов:** *Высокопрочный бетон* получают применяя цементы высоких марок и высококачественные заполнители. При бетонировании массивных сооружений желательно применять цементы с

пониженным содержанием  $C_3S$ , особенно  $C_3A$ , лучше всего белитовые. Такие цементы твердеют постепенно, в течение длительного срока, обеспечивая высокую конечную прочность бетона. Заполнители для бетонов должны быть чистыми и обладать хорошим зерновым составом и малой пустотностью. Песок требуется классифицированный, разделенный на 2 – 3 фракции, и, как правило, кварцевый (с модулем крупности не менее 2,0) с содержанием отмучиваемых примесей не более 1% по массе. В качестве крупного заполнителя следует применять фракционный щебень из плотных и прочных горных пород по возможности кубической формы. При приготовлении бетона используют все средства, способствующие повышению его прочности: применяют низкое В/Ц отношение, суперпластификаторы, высокий расход цемента, особо тщательное перемешивание и уплотнение бетонной смеси и уход за бетоном.

**Кислотоупорный бетон** получают на основе специального кислотоупорного цемента. Кислотоупорный цемент состоит из смеси тонкоизмельченного кварцевого песка и кремнефтористого натрия ( $Na_2SiF_6$ ), затворяемых водным раствором силиката натрия, т.е. жидким стеклом. К кислотостойким заполнителям относятся кварцевый песок и щебень из андезита, диабазы, базальта и т.п.

**Жаростойкий бетон** предназначен для промышленных агрегатов и строительных конструкций, подверженных нагреванию и способный сохранять свои физико-механические свойства при длительном воздействии высоких температур. В качестве вяжущих для бетонов применяют портландцемент, шлакопортландцемент, глиноземистый цемент и жидкое стекло. Для повышения стойкости бетона и сохранения прочности при нагревании в вяжущее вводят тонкомолотые добавки из хромитовой руды, боя шамотного, магнезитового или обычного кирпича, андезита, гранулированного доменного шлака и др. В качестве мелкого и крупного заполнителей жаростойких бетонов применяют огнеупорные материалы, обладающие, как и тонкомолотые добавки, высокой огнеупорностью.

Огнеупорные бетоны делают из глиноземистого цемента, жидкого стекла с кремнефтористым натрием, тонкомолотой добавки песка и щебня из хромита. Минимальная допустимая прочность бетона на глиноземистом цементе  $250 \text{ кгс/см}^2$ , жидком стекле –  $150 \text{ кгс/см}^2$ .

**Жароупорные бетоны.** В качестве вяжущих для бетонов применяются: глиноземистый цемент, портландцемент, шлакопортландцемент и жидкое стекло. В качестве мелкого и крупного заполнителей применяют шамот, бой обыкновенного глиняного кирпича, доменный шлак, диабаз, андезит и др.

Жароупорные бетоны имеют высокие показатели физико-механических свойств: минимально допустимая прочность от 100 до  $250 \text{ кгс/см}^2$ . Бетон длительное время без разрушения выдерживает действие температуры до  $1200^\circ \text{C}$ .

### **Контрольные вопросы**

1. Тяжелые бетоны. Определение и классификация.
2. Какие требования предъявляются к качеству исходных материалов для тяжелых бетонов?
3. Основной закон прочности бетона. Современные способы расчета и подбора состава тяжелого бетона.
4. Свойства бетонной смеси. Подвижность и жесткость, методы их определения. Производственные операции при приготовлении бетона.
5. Влияние условий твердения на прочность бетона и уход за ним.
6. Укладка бетонной смеси в конструкцию в зимнее и летнее время года.
7. Коррозия бетонов на основе неорганических вяжущих веществ и меры защиты от нее.
8. Из каких основных технологических операций состоит процесс изготовления железобетонных изделий?
9. Легкие бетоны. Классификация. Материалы для приготовления легких бетонов и требования, предъявляемые к ним.
10. Ячеистый бетон. Материалы для ячеистых бетонов

## **Тема 9. СБОРНЫЕ БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

Железобетон представляет собой строительный материал, в котором соединены в единое целое стальная арматура и бетон. Цементный бетон хорошо сопротивляется сжимающим усилиям, но плохо работает на растяжение. Предел прочности бетона при растяжении в 10 – 15 раз ниже предела прочности при сжатии. Поэтому для восприятия растягивающих напряжений возникла необходимость введения в бетон стальной арматуры. Возможность совместной работы в железобетоне двух резко различных по своим свойствам материалов определяется следующими факторами:

бетон прочно сцепляется со стальной арматурой, вследствие чего при возникновении напряжений в железобетонных конструкции оба материала работают совместно; сталь и бетон обладают почти одинаковым коэффициентом температурного расширения, что обеспечивает полную монолитность железобетона; бетон не только не оказывает разрушающего влияния на заключенную в нем сталь, но и предохраняет ее от коррозии.

***Классификация железобетонных изделий.*** Железобетонные изделия классифицируют по следующим признакам: плотности и виду бетона, внутреннему строению, назначению, по виду армирования,

По плотности применяемых бетонов различают изделия, изготовленные из тяжелых, облегченных, легких и особо легких бетонов. По виду бетонов: цементные тяжелые или легкие, силикатные, химически стойкие, декоративные и другие виды бетонов.

По внутреннему строению изделия могут быть сплошными и пустотелыми, изготовленными из бетона одного вида. Однослойные или многослойные, изготовленными из бетона разных видов или с применением различных материалов, например теплоизоляционных.

В зависимости от назначения железобетонные изделия подразделяют на четыре основные группы: для жилых и общественных зданий;

промышленных зданий; инженерных сооружений; изделия общего назначения. По виду армирования различают изделия с обычной или предварительно напряженной арматурой.

### **Производство железобетонных изделий и конструкций.**

Конструкции изготавливают на специальных заводах или полигонах. Технологический процесс складывается из следующих последовательно выполняемых операций: приготовления бетонной смеси, изготовления арматуры и арматурных каркасов, армирования, формования изделий (укладки бетонной смеси и уплотнения), твердения изделий, обычно в условиях тепловлажностной обработки. Изготовление каркасов сводится к подготовке арматуры, т.е. чистке, правке, резке и гнутью; сварке арматурных элементов и сборке объемных арматурных каркасов.

Формование изделий является одним из важнейших технологических процессов. Качество железобетонных изделий в значительной степени зависит от прочности и жесткости форм, которые должны обеспечить получение изделий точно заданных размеров с гладкой лицевой поверхностью. При массовом изготовлении изделий применяют только металлические формы. Перед укладкой в форму арматурного каркаса и бетонной смеси форму очищают, собирают и смазывают специальными составами, препятствующими сцеплению бетона с металлом формы. Для смазки обычно используют масляные эмульсии с добавкой кальцинированной соды. Формование изделий проводят после установки в форму арматурного каркаса. Процесс формования включает укладку бетонной смеси в форму и ее уплотнение. Основным способом уплотнения бетонной смеси является – вибрирование.

Твердение изделий происходит в естественных условиях или при тепловлажностной обработке, позволяющей ускорить отвердевание бетонной смеси. В зависимости от температуры и влажности окружающей среды различают следующие виды тепловлажностной обработки изделий: пропаривание при нормальном давлении и температуре 70 – 100°С;

обработка изделий в автоклавах насыщенным паром при давлении 0,8-1,3 МПа и температуре 174 – 193°С; контактный обогрев и электропрогрев путем пропуска электрического тока через толщу бетона или обогрев его инфракрасными лучами. Пропаривание при нормальном давлении производится в камерах периодического или непрерывного действия и является наиболее экономическим способом тепловлажностной обработки.

После тепловлажностной обработки изделия, если не требуется дальнейшая отделка поверхности, изготовление заканчивается. Освобожденное от формы изделие проверяется ОТК завода и направляется на склад готовой продукции.

### **Технологические схемы изготовления железобетонных изделий.**

На заводах сборного железобетона применяют две различные схемы производства: Первая схема: изготовление изделий в стационарных неподвижных формах (стендовый способ).

Вторая схема: изготовление изделий в формах, перемещаемых по отдельным технологическим постам – поточно-агрегатный и конвейерный способы.

**Стендовая технология.** Стенд представляет собой железобетонную площадку с гладкой поверхностью, разделенную на отдельные технологические полосы. На площадке устанавливается опалубка определенной конфигурации, образуя форму будущего изделия. При стендовом способе производства изделие, находясь в стационарной форме в течение всего производственного цикла (до момента затвердевания бетона), остается на месте. В то же время технологическое оборудование для выполнения отдельных операций по укладке арматуры, бетонной смеси и уплотнения перемещается последовательно от одной формы к другой. Высокий экономический эффект стендовой способ дает при изготовлении железобетонных изделий значительных размеров плит перекрытий, ферм и балок для промышленного и транспортного строительства.

**Поточно-агрегатный способ** производства состоит в том, что все операции по изготовлению изделия, очистке и смазке форм, укладке

арматуры и бетонной смеси, твердению и распалубке выполняются на специальных постах, образующих определенную технологическую линию. Изделие вместе с формой последовательно перемещается от поста к посту. Основное преимущество поточно-агрегатного способа производства заключается в универсальности основного технологического оборудования.

**Конвейерный способ** производства представляет собой более совершенную поточную технологию и позволяет максимально механизировать и автоматизировать основные технологические операции. При этом способе технологическая линия работает по принципу замкнутого пульсирующего конвейера. Вагонетки-поддоны, на которых собирается форма изделия, с помощью специального толкателя перемещается по конвейерной линии для производства операций: очистки и смазки форм, укладки арматуры и бетонной смеси, уплотнения смеси, тепловлажностной обработки и распалубки. Конвейерный способ производства экономически целесообразен при выпуске однотипных изделий на заводах большой мощности.

### **Контрольные вопросы**

1. Из каких основных технологических операций состоит процесс изготовления железобетонных изделий?
2. Какую роль в железобетоне играет бетон, а какую арматура?
3. Расскажите о напряженно-армированном бетоне.
4. В чем принципиальное различие монолитного и сборного железобетона?
5. Как на заводах сборного железобетона ускоряют твердение бетона?
6. Расскажите об основных видах сборных железобетонных изделий.
7. Чем отличается стеновая панель от стенового блока?



## Тема 10. СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ

Строительным раствором называют искусственный каменный материал, полученный в результате затвердевания рационально подобранной и тщательно перемешанной смеси, состоящей из вяжущего вещества, мелкого заполнителя и воды. Строительные растворы имеют различное функциональное назначение, и по этому признаку их классифицируют на кладочные, штукатурные, монтажные и специальные, к которым относятся акустические, тампонажные, гидроизоляционные, рентгенозащитные и др.

Растворные смеси изготовляют в двух видах: готовые растворы с необходимой подвижностью, пригодные для употребления, и сухие растворные смеси, требующие предварительного смешивания с водой. Оптимальный состав раствора устанавливается общим методом, но с учетом специфической особенности этого материала: необходимости его укладки на пористое основание или на пористую поверхность при оштукатуривании стен. Технология изготовления строительного раствора на специализированных заводах или отдельных растворных узлах складывается из следующих операций: подготовка исходных материалов, просеивание природного песка, домол при необходимости и рассев искусственного песка; дозирование материалов по массе; перемешивание отвешенных компонентов до однородного состояния растворной смеси. Контроль качества раствора заключается в проверке качества исходных материалов, их дозирования и времени перемешивания, кроме того, определяются удобоукладываемость растворной смеси и прочность раствора в определенные сроки твердения. Затвердевший раствор должен иметь требуемые прочность и морозостойкость.

**Прочность** строительных растворов характеризуется маркой, определяемой по пределу прочности при сжатии образцов-кубов размером 70,7 x 70,7 x 70,7 мм. Образцы, изготовленные из рабочей растворной смеси, твердеют на воздухе в течение 28 сут при температуре  $(20 + 5)^\circ \text{C}$ . Чтобы приблизить условия твердения образцов к реальным условиям твердения кладочных растворов, используют формы без дна и устанавливают их на пористое основание (кирпич).

По прочности на сжатие, выраженной в кгс/см<sup>2</sup>, строительные растворы делят на марки: 4; 10; 25; 50; 75; 100; 150; 200. Растворы марок 4; 10; 25 изготавливают обычно на извести и местных вяжущих; растворы более высоких марок — на смешанном цементно-известковом, цементно-глиняном и цементном вяжущих.

Прочность строительных растворов, так же, как и бетонов, зависит от марки вяжущего и его количества. Однако водовяжущее отношение в данном случае не имеет существенного значения, так как пористое основание, на которое наносят раствор, отсасывает из него воду, и количество воды в разных растворах становится приблизительно одинаковым.

Марки наиболее часто применяемых кладочных и штукатурных растворов значительно ниже марок бетона. Это объясняется тем, что прочность кладочных растворов существенно не влияет на прочность кладки из камней правильной формы, а штукатурные растворы практически не несут никакой нагрузки. Более высокие требования предъявляются к прочности растворов для монолитирования несущих сборных конструкций.

**Морозостойкость** растворов, так же, как и бетонов, определяется числом циклов «замораживания-оттаивания» до потери 25 % первоначальной прочности (или 5 % массы). По морозостойкости растворы подразделяют на марки: F10...F200.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие существуют виды строительных растворов и чем они отличаются от бетонов?
2. Из каких материалов изготавливают строительные растворы и требования, предъявляемые к ним?
3. От чего зависит прочность раствора и какой формулой выражается эта зависимость?
4. Штукатурные и кладочные растворы: состав, свойства и области применения.
5. Растворы для кладки стен и монтажа строительных конструкций, марки.
6. Растворы отделочные и специальные: сырье, производство и применение.
7. Приготовление и транспортировка строительных растворов.

## Тема 11. ИСКУССТВЕННЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Композиционные материалы состоят из основного материала (матрицы) и упрочняющего компонента в виде волокон или твердых частиц. Сочетание в одном материале разнородных компонентов создает композиционный материал с высокой механической прочностью и стойкостью к коррозии. По свойствам он значительно превосходит природные и традиционные искусственные материалы, что позволяет изготавливать конструкции и изделия, наиболее полно удовлетворяющие эксплуатационным требованиям.

**Асбестоцемент** - цементный композиционный материал, упрочненный асбестовым волокном. Для изготовления асбестоцементных изделий применяются три основных компонента: цемент и вода, формирующие вяжущую часть этих композиционных материалов; асбест, который является активным заполняющим компонентом. Он успешно выполняет функции армирования цементного камня, который, в свою очередь, выполняет функции матрицы. Производство асбестоцементных изделий включает следующие операции: расщепление асбеста на тонкие волокна, приготовление асбестоцементной суспензии; отфильтрование из жидкой асбестоцементной массы тонкого полотна; формование из него изделий; твердение изделий в пропарочных камерах, водных бассейнах, автоклавах и выдерживание их в утепленных складах до приобретения заданной прочности.

**Асбестоцементные изделия** имеют высокую механическую прочность, морозостойкость, водостойкость и поэтому широко применяются в строительстве. Асбестоцементные изделия выпускают в виде волнистых листов и плиток (кровельные материалы); гладкие и волнистые листы используют для обшивки наружных стен и изготовления стеновых панелей, асбестоцементные трубы могут применяться взамен стальных, чугунных и керамических.

**Силикатные материалы и изделия автоклавного твердения** представляют собой мелкозернистые бетоны на основе известково-

кремнеземистого вяжущего вещества, полученного в процессе автоклавной обработки под действием пара, высокой температуры и давления.

К числу автоклавных силикатных изделий относят силикатный кирпич, крупные

силикатные блоки, плиты из тяжелого силикатного бетона, панели перекрытий и стеновые, колонны, балки и пр. Силикатные изделия выпускают полнотелыми или облегченными со сквозными или полузамкнутыми пустотами. Особое значение имеют силикатно-ячеистые бетоны. Они могут иметь конструктивное и теплоизоляционное значение. Сырьевые материалы для производства силикатных автоклавных изделий:

**Известь.** В производстве силикатных автоклавных изделий применяют известь в виде молотой кипелки, пушонки, а также частично загашенного материала. Известь должна характеризоваться средней скоростью гидратации, умеренным экзотермическим эффектом, быть равномерно обожженной и отличаться постоянством свойств, содержать не более 5% MgO. **Кварцевый песок.** В производстве силикатных изделий применяют немолотый песок или смесь немолотого и тонкомолотого песка. Песок для силикатных автоклавных изделий должен содержать не менее 70% кремнезема SiO<sub>2</sub>. Наличие примесей отрицательно влияет на качество изделий: слюда понижает прочность изделий, ее содержание в песке не должно превышать 0,5%; органические примеси вызывают вспучивание и понижают прочность. Ограничивается содержание и сернистых примесей в песке: не более 1% в пересчете на SO<sub>3</sub>. Зерновой состав, форма и характер поверхности зерен также оказывают большое влияние на качество изделий: лучшее сцепление обеспечивают зерна с шероховатой поверхностью, а потому предпочтительными являются горные пески. Вода должна быть чистой, не содержать вредных примесей. Для производства автоклавных изделий используют и многие отходы промышленности: шлаки, шламы, золы, отходы горно-обогатительных предприятий.

**Силикатный известково-песчаный кирпич** по своей форме, размерам и основному назначению не отличается от глиняного кирпича. Сырьем для его

производства служат известково-песчаные смеси следующего состава: 92-95% чистого кварцевого песка; 5-8% воздушной извести.

Изготовление силикатного кирпича включает следующие операции: измельчение извести-кипелки, смешение извести с песком, гашение извести в смеси с песком, дополнительное перемешивание и увлажнение смеси до 7-9%, формование

(прессование) кирпича и запаривание сырца-кирпича в автоклавах. Формование кирпича производится на рычажных прессах под давлением 15 – 20 МПа. Силикатный кирпич изготавливается размером 250x120x65 мм. По механической прочности различают марки 75, 100, 125, 200, 250 и 300. Средняя плотность силикатного кирпича несколько выше, нежели у обычного глиняного кирпича, и составляет 1800-1900 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность находится в пределах 0,81- 0,87 Вт/(м °С). Водопоглощение кирпича должно быть не более 16% по массе.

Себестоимость силикатного кирпича примерно на 25-35% ниже глиняного. Он широко применяется для кладки несущих стен промышленных и гражданских зданий, для столбов, опор и т. д. Однако по сравнению с обычным глиняным кирпичом силикатный имеет пониженную стойкость к воздействию некоторых агрессивных сред. Такой кирпич не следует использовать для кладки фундаментов, особенно в условиях высокого уровня грунтовых вод. Запрещается применять силикатный кирпич в изделиях и конструкциях, подверженных длительному воздействию температур свыше 500°С (печи, дымовые трубы и т.п.). При длительном нагреве силикатный кирпич разрушается вследствие дегидратации гидросиликата, кальция и других химических соединений.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие физико-химические процессы протекают при автоклавной обработке известково-песчаных смесей?
2. Асбестоцемент его свойства и область применения.
3. Технология изготовления асбестоцементных изделий.

4. Технология производства, свойства и область применения силикатного кирпича.

5. Из каких материалов производят асбестоцементные изделия, и какие требования предъявляются к этим материалам?

6. Какие существуют разновидности асбестоцементных изделий, и какие требования предъявляют к этим изделиям?

## **Тема 12. БИТУМНЫЕ И ДЕГТЕВЫЕ ВЯЖУЩИЕ И МАТЕРИАЛЫ НА ИХ ОСНОВЕ.**

Органические вяжущие вещества представляют собой смеси высокомолекулярных углеводов и их неметаллических производных, изменяющие свои физико-механические свойства в зависимости от температуры. Эти вяжущие вещества хорошо сцепляются с поверхностью камня, песка, бетонов, кирпича и многих других твердых материалов, имеют повышенную водонепроницаемость, пластичность и устойчивость к атмосферным воздействиям. К органическим вяжущим веществам относятся **битумные и дегтевые материалы**. Битумные материалы могут быть как природными, так и искусственными, дегтевые - только искусственными, получаемыми в заводских условиях. Природные битумы находятся в виде озерных скоплений или пропитывают горные породы. Их выработка ведется в основном для химической промышленности. Нефтяные битумы получают на нефтеперегонных заводах главным образом из продуктов (гудронов), остающихся после извлечения из нефти горючих и смазочных веществ. Эти битумы в горячем или холодном состоянии получили наибольшее распространение в строительстве.

Битумы применяют для изготовления асфальтобетона и асфальтового раствора, в которых в качестве связующего служит асфальтовое вяжущее вещество (смесь битума с минеральным порошком). Асфальтовым бетоном

называется строительный материал, полученный в результате уплотнения специально рассчитанной и приготовленной при соответствующей температуре смеси щебня, песка, минерального порошка и битума. Битумы применяют также для изготовления кровельных и гидроизоляционных материалов. Кровельные и гидроизоляционные битумные материалы являются дешевыми и доступными. Асфальтовые бетоны и растворы это искусственный строительный материал, получаемый в результате уплотнения и затвердевания рационально подобранной и тщательно перемешанной асфальтобетонной массы, состоящей из смеси минеральных материалов (щебня, песка, минерального порошка) с битумом. Асфальтовый раствор, или песчаный асфальт, является разновидностью асфальтового бетона без щебня. Асфальтовый бетон классифицируется по разным признакам. По производственному назначению различают асфальтобетоны дорожные, аэродромные, гидротехнические, промышленного назначения. В зависимости от вида крупного заполнителя асфальтобетоны разделяют на щебеночные, состоящие из щебня, песка, минерального порошка и битума; гравийные, в состав которых входят гравий, песок, минеральный порошок и битум; песчаные в которых отсутствует крупный заполнитель. По вязкости применяемого битума и по температуре укладки асфальтобетонной массы в конструктивный слой они подразделяются на горячие, теплые, холодные.

Кроме того в зависимости от использования их в дорожной конструкции разделяют на плотные – для верхних слоев покрытия дорог с остаточной пористостью от 2 до 7%; пористые – для нижнего слоя и оснований дорожных покрытий, с остаточной пористостью от 7 до 12%. Материалы для асфальтового бетона: минеральный порошок изготавливают путем измельчения известняков и доломитов, а также основных доменных шлаков. Битум обычно применяют нефтяной дорожный вязкий разных марок (БНД – 200/300 до БНД – 40/60) или жидкие битумы.

Технические свойства асфальтобетона значительно изменяются в зависимости от температуры. При обычной температуре он имеет

упругопластичные свойства, при повышенных – вязкопластичные, а при пониженных температурах становится хрупким. Износостойкость характеризуется потерей в массе асфальтобетона с 1 см<sup>2</sup> поверхности истирания и определяют по разнице масс образца до и после истирания.

### **Контрольные вопросы**

1. Какой материал называют битумом?
2. Какие марки битумов вы знаете, и как их определяют?
3. Асфальтовые бетоны и растворы: классификация, материалы, свойства и область применения растворов и бетонов.
4. Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы на основе битумов.
5. Исходные материалы, производство, свойства и области применения рулонных гидроизоляционных материалов.
6. Холодные и горячие мастики: состав, свойства и область применения. **Кон**
7. Сырьевые материалы для асфальтового бетона.
8. Что такое горячий асфальтовый бетон и как его изготавливают.
9. Назовите основные свойства дорожного асфальтобетона.
10. От каких факторов зависит прочность и деформативность асфальтового бетона?

## **Тема 13. ПОЛИМЕРНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ.**

Полимерные строительные материалы и изделия получают из пластических масс. Пластическими массами (пластмассами) называют материалы, полученные на основе природных или синтетических полимеров. Из них под влиянием нагревания и давления можно получать изделия сложной конфигурации, устойчиво сохраняющие приданную форму и размеры после прекращения термомеханического воздействия.



Кроме полимера (связующего вещества) пластмассы содержат наполнители, пластификаторы, красители, стабилизаторы и другие специальные добавки. По составу различают простые и сложные пластмассы. К простым относятся пластмассы, состоящие только из полимера (полиэтилен, оргстекло и др.), к сложным - пластмассы, содержащие кроме полимера различные добавки (текстолит, гетинакс и др.).

Одним из ценных свойств пластмасс является их относительная легкость. Например, для большой группы **поропластов** средняя плотность находится в пределах 15 - 400 кг/м<sup>3</sup>. Однако для пластмасс в целом она колеблется в широких пределах: от 10 до 2200 кг/м<sup>3</sup>.

Большинство пластмасс (особенно с листовыми наполнителями) обладает высокими механическими свойствами. Они хорошо сопротивляются сжимающим, растягивающим, изгибающим, истирающим и ударным воздействиям. Так, например, предел прочности при растяжении стеклотекстолита достигает 280 МПа, а стекловолоконного анизотропного материала (СВАМ) - 450 - 900 МПа.

Предел прочности при сжатии большинства пластмасс с порошкообразными или волокнистыми наполнителями составляет 120-160 МПа, а при изгибе 40 - 60 МПа и более. Кроме того, пластмассы характеризуются высоким коэффициентом конструктивного качества (ККК = 1 - 2).

Положительные характеристики пластмасс - их малая теплопроводность и водо-поглощение. Теплопроводность у большинства обычных изделий из пластмасс составляет 0,25 - 0,70 Вт/(м · °С), а у пористых материалов - всего лишь 0,03 Вт/(м · °С), т. е. приближается к теплопроводности воздуха. Пластмассы и изделия на их основе имеют высокую химическую стойкость к воздействию растворов кислот, щелочей и органических растворителей.

К положительным свойствам пластмасс следует отнести также их способность прокрашиваться на всю толщину изделия и легко поддаваться технологической обработке. Отдельные виды пластмасс (например,

органическое стекло) обладают высокой прозрачностью, которая находится в пределах 85 – 94% относительно прозрачности алмаза, принятой за 100%.

Существенными недостатками пластмасс являются малая поверхностная твердость, низкая теплостойкость, горючесть, токсичность некоторых компонентов и повышенная ползучесть. В ряде случаев имеют место недолговечность вследствие деструкции полимера, нестабильность структуры в эксплуатационный период и (как следствие) изменение физико-механических свойств во времени. **Основные компоненты пластмасс: полимеры** получают методами полимеризации или поликонденсации. Важнейшими термопластичными полимерами для производства пластмасс являются полиолефины (полиэтилен), имеющие наибольшие потенциальные возможности наличия сырьевой базы и широкой области применения; поливинилхлорид, позволяющий получать пластмассы и изделия удовлетворительных свойств и малой стоимости. Из терморезистивных полимеров наибольшее значение для производства строительных материалов и изделий имеют феноло-формаль-дегидные, мочевино-формальдегидные, кремнийорганические и эпоксидные полимеры.

**Наполнители** вводятся в количестве 40 – 70% (по массе) для улучшения механических свойств пластмасс, уменьшения усадки при отверждении, повышения стойкости к воздействию различных сред, снижения стоимости. В качестве наполнителей используют органические и минеральные материалы. Особое значение имеют порошкообразные (мел, тальк, известняк и др.), волокнистые (стекловолокно, древесное волокно) и листовые наполнители (бумага, хлопчатобумажные ткани и др.).

**Пластификаторы** (камфара, дибутилфталат, олеиновая кислота и др.) вводятся в количестве 10 – 20% для повышения пластичности массы при повышенной температуре и придания большей упругости и морозостойкости отформованному изделию.

**Стабилизаторы** (крахмал, желатин, свинцовый сурик и др.) вводятся для придания пластмассам термостабильности, замедления процессов старения.

**Отвердители** (органические перекиси и др.) вводятся для «сшивания» макромолекул, превращения линейной структуры полимера в трехмерную.

При изготовлении пластмасс и изделий осуществляются технологические операции, свойственные искусственным строительным материалам: подготовительные работы по активизации составляющих; дозирование компонентов и их перемешивание в смесительных установках. Формование изделий производится следующими способами: **прессование** – изготовление изделий в металлических пресс-формах; в нагретую до 130 – 200 °С пресс-форму подают пропитанные смолами, нарезанные в листы, спакетированные слоистые пластмассы; прессование производят на гидравлических прессах под давлением 10–60 МПа; в результате термомеханического воздействия прессуемый материал размягчается, заполняет пресс-форму; так получают текстолит, гетинакс и др.; прессуют порошки и таблетированный материал; **вальцевание на каландрах** – технологический передел, при котором размягченная композиция формируется в зазоре между вращающимися валками каландров, образующими ленту изделий, толщину и ширину которой можно регулировать. Такая технология применяется для обработки поливинилхлоридных пластмасс при изготовлении пленок, рулонных материалов и т. п.

### **Материалы и изделия из пластмасс**

**Стеклопластик** представляет собой материал, обычно в виде листов, получаемый путем пропитки стеклянного волокна или стеклянной ткани синтетическими смолами. Стеклопластики отличаются высокой прочностью при небольшой средней плотности и малой величиной водопоглощения.

Из стеклопластиков можно изготавливать волокнистые полупрозрачные листы для кровель и ограждения лестниц, плоские листы с декоративной отделкой для перегородок, а также двери, оконные переплеты, трубы, ванны, раковины, плинтусы, уголки разного профиля. Стеклопластики могут служить и для изготовления панелей или щитов, предназначенных для

устройства наружных стен, перегородок и перекрытий. Панели и щиты состоят из трех слоев, примыкающих друг к другу. Для наружных слоев панелей используют тонкий стеклопластик, а для внутреннего слоя - теплоизоляционный материал.

**Линолеум** изготавливают из окислированных растительных масел, алкидных смол, поливинилхлорида, синтетических каучуков и других полимеров (с применением тканевой основы или без нее).

**Поливинилхлоридный линолеум** на тканевой подоснове - рулонный материал для полов, основным компонентом которого является поливинилхлорид. Такой линолеум производят промазным способом на тканевой или теплоизоляционной основе. Сырьем для изготовления линолеума кроме связующего **поливинилхлорида** служат наполнители (тальк, боррит, гидрофобизированный мел, древесная мука и т. д.), пластификаторы (диоктилфталат), а также различные добавки. Для окрашивания линолеума применяют мумию, железный сурик, литопон, ультрамарин, хромовую зелень. Линолеум на тканевой подоснове изготавливают пяти типов: А - с лицевым слоем из прозрачной пленки с печатным рисунком; Б - с рисунком, защищенным от истирания поливинилхлоридным слоем; В - одноцветный; Г - двухцветный; Д - мраморовидный. Линолеум на тканевой подоснове выпускают в рулонах длиной 12 м, шириной до 2,0 м и толщиной 1,6 - 2,0 мм. Он предназначен для полов жилых и общественных зданий.

**Алкидный линолеум** - рулонный материал для полов, состоящий из модифицированного глифталевого полимера, наполнителей и красителей, нанесенных на джутовую основу. Его выпускают в рулонах длиной 15 - 30 м, шириной 2,0 м и толщиной 2,2 - 5,0 мм (марок А и Б). Алкидный линолеум изготавливают с одно- или многоцветным печатным рисунком или окрашивают по всей толщине. Он предназначен для покрытия пола жилых и общественных зданий, вагонов железнодорожного транспорта и метрополитена.

**Древесностружечные плиты** - листовые материалы, получаемые горячим прессованием органических наполнителей (древесная стружка),

обработанных синтетическими полимерами. Для покрытий полов применяют трехслойные плиты (П-3) длиной 2,44; 2,75; 3,50; 3,66 и 5,50 м, шириной от 1,22 до 2,44 м, толщиной 10 - 24 мм. Древесностружечные плиты должны отвечать следующим техническим требованиям: средняя плотность - 800 кг/м<sup>3</sup>; водопоглощение - не более 15%; предел прочности при статическом изгибе - не менее 24,5 МПа. Полы из плит П-3 устраивают в жилых и административных помещениях с нормальным влажностным режимом эксплуатации.

**Древесноволокнистые плиты** - листовые материалы, получаемые путем горячего прессования волокнистой массы, состоящей из органических волокнистых наполнителей и синтетических полимеров. Сырьем для производства плит являются древесина и древесные отходы (щепа, горбыль, рейки, стружка). Кроме древесного сырья для изготовления плит можно использовать камыш, кенаф и некоторые другие волокнистые растения.

В зависимости от назначения древесноволокнистые плиты выпускаются со средней плотностью от 200 до 1100 кг/м<sup>3</sup>. Для устройства и облицовки стен и перегородок используют полутвердые (400 - 850 кг/м<sup>3</sup>), а также твердые и сверхтвердые плиты (850 - 1100 кг/м<sup>3</sup>). Для устройства пола применяются только твердые и сверхтвердые плиты. Производятся также твердые плиты с окрашенной поверхностью; в заводских условиях их лицевая поверхность покрывается эмалями.

### **Контрольные вопросы**

1. Что называют полимерами?
2. Какую реакцию называют полимеризацией и какую поликонденсацией?
3. Полимерные строительные материалы: достоинства и недостатки.
4. Что называется пластмассой, и из каких компонентов ее изготавливают?
5. Назовите основные способы производства изделий из пластмасс и какие материалы при этом можно получить?
6. Какие материалы изготавливают из древесины с применением полимеров?

7. Какие полимерные материалы применяют для полов, какие требования к ним предъявляются?

## **Тема14. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.**

Теплоизоляционными называют неорганические и органические строительные материалы, которые обладают малой теплопроводностью и предназначены для тепловой изоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов.

Эти материалы имеют небольшую среднюю плотность, не выше  $600 \text{ кг/м}^3$ , что достигается с помощью повышения их пористости.

Снижение массы конструкций, помимо уменьшения общей материалоемкости, позволяет снизить трудовые затраты, уменьшить расходы на транспорт, создает возможности для новых конструктивных решений.

Теплоизоляционные материалы в зависимости от исходного сырья делят на два класса: неорганические и органические. К неорганическим материалам относят минеральную вату и изделия из нее, стеклянную вату, пеностекло, вспученный перлит и вермикулит, ячеистые бетоны с плотностью менее  $500 \text{ кг/м}^3$ . Из органических теплоизоляционных материалов наиболее распространенными являются фибролит, древесноволокнистые плиты, пенопласты и др. Теплоизоляционные материалы различают не по пористости, а по средней плотности. Их делят на три группы: особо легкие (ОЛ), имеющие марку по средней плотности ( $\text{кг/м}^3$ ) в сухом состоянии 15, 25, 35, 50, 75 и 100; легкие (Л) -марок 125, 150, 175, 200, 225, 300 и 350; тяжелые (Т) -марок 400, 450, 500 и 600. По форме материалов различают штучные (плиты, блоки, кирпич, цилиндры, сегменты), рулонные (маты, полосы), сыпучие и рыхлые (керамзит, вспученный перлит, аглопорит и др.).

По способности к сжимаемости (%) под нагрузкой теплоизоляционные материалы делят на три вида: мягкие (М), имеющие сжимаемость свыше 30% под удельной нагрузкой 2000 Па; полужесткие (ПЖ), со сжимаемостью соответственно 6 - 30%, жесткие (Ж), до 6%, повышенной жесткости до 10% под удельной нагрузкой 4000 Па и твердые (до 10% под удельной нагрузкой 10 кПа).

### **Контрольные вопросы**

1. Для каких целей применяют теплоизоляционные материалы?
2. Какими технологическими способами достигается высокая пористость теплоизоляционных материалов?
3. Что такое минеральная вата и для каких целей она применяется?
4. Какие основные разновидности органических теплоизоляционных материалов и изделий применяются в строительстве?
5. Основные разновидности полимерных теплоизоляционных материалов их свойства и область применения.

## **Тема 15. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.**

Лакокрасочные материалы (краски, грунтовки и шпатлевки) — сложные многокомпонентные системы. Обязательный компонент любого из перечисленных материалов — *пленкообразующее* (связующее) вещество; в красках обязательный компонент — *пигмент*, а в грунтовках и шпатлевках — *наполнители*. До рабочей консистенции лакокрасочные материалы доводятся *растворителями* или разбавителями. Кроме перечисленных компонентов в лакокрасочные материалы вводят различные добавки, обеспечивающие необходимые технологические и эксплуатационные свойства: отвердители и ускорители, загустители, поверхностно-активные добавки, стабилизирующие вещества. В качестве пленкообразующих веществ применяют самые разнообразные материалы. Это могут быть как неорганические вяжущие (известь, цемент, жидкое стекло), так и органические вещества (природные смолы, битум, пек, животные клеи, эфиры целлюлозы, олифы, синтетические смолы. Минеральные вяжущие — известь, жидкое стекло, цемент. Для

получения лаков используют природные смолы. Главнейшие смолы, применяемые в лакокрасочных материалах: канифоль, копалы, шеллак. Олифы или краски на ее основе, нанесенные тонким слоем, способны под действием кислорода воздуха отвердевать. Для ускорения отвердевания олифы в нее вводят сиккативы (лат. *siccativus* — высушивающий) — соли жирных кислот. При отсутствии кислорода процесс полимеризации практически не идет. Например, краска, залитая водой, не отвердевает. В настоящее время натуральную олифу применяют редко, в основном, для красок, используемых в живописи. Олифу-оксоль (полунатуральную олифу) получают более глубокой окислительной полимеризацией растительных масел до получения вязкой жидкости. Ее растворяют уайт-спиритом в соотношении 1:1. Олифу-оксоль получают как из льняного или конопляного, подсолнечного или соевого масла. Краски на олифе используют как для наружных, так и для внутренних работ. Алкидные олифы представляют собой растворы низковязких жирных алкидных смол (60...65 % масла) в уайт-спирите. Их выпускают двух типов: глифталевая (ГФ) и пентафталевая (ПФ). Получают их путем олигомеризации глицерина. По атмосферостойкости алкидная олифа почти не уступает натуральной, а по физико-механическим показателям пленки во многом превосходит ее. При этом расход пищевых масел в таких олифах минимальный.

Из рассмотренных олиф в строительстве в основном используют алкидные, на базе которых выпускают широкий ассортимент красок. Лучшие краски и лаки с самыми разнообразными свойствами получают на полиуретановых связующих путем регулирования их состава при синтезе.

Перхлорвиниловые полимеры (их часто называют смолами). Перхлорвинил содержит 62,5...64,5 % связанного хлора. В отличие от ПВХ перхлорвинил хорошо растворяется во многих органических растворителях (хлорсодержащих, ароматических, ацетоне). Перхлорвинил широко используют для получения фасадных красок. Водные дисперсии полимеров — одна из возможных форм синтеза самых различных полимеров, позволяющая получать вододисперсионные краски. Водные дисперсии полимеров представляют собой



мельчайшие частицы полимера (1...100 мкм), взвешенные в воде. Концентрация полимера 40...50 %.

Первыми в строительстве стали использовать дисперсию поливинилацетата — ПВА. В принципе любой полимер может быть получен в виде водной дисперсии. Основную долю современных вододисперсионных красок получают на основе полиакрилатных дисперсий.

Растворители — летучие жидкости, образующие со связующими (полимерными, масляными) истинные растворы, стабильные во времени.

По степени повышения токсичности растворители располагаются в такой последовательности: скипидар, уайт-спирит, этилацетат, ацетон, бензол, толуол, ксилол, дихлорэтан. Очень серьезный недостаток органических растворителей — *горючесть*. В зависимости от химического состава органические растворители делятся на углеводородные (алифатические, ароматические, нефтяные и терпеновые), кислородсодержащие (кетоны, спирты, эфиры).

Современные тенденции развития лакокрасочной промышленности связаны именно с разработкой материалов, *не содержащих органических растворителей*, например, водоразбавляемых или порошковых.

***Природные минеральные пигменты.*** Преобладающая гамма оттенков природных пигментов — желто-красно-коричневая, вызванная присутствием в составе глин оксидов железа различного состава. К таким пигментам относятся: *охра* (желтый цвет), *сурик железный* (кирпично-красный цвет), *мумия* (коричневато-красный), *умбра* (коричневый, после прокаливания — красно-коричневый), *сиена* (темно-желтый, после прокаливания — каштановый).

Черные природные пигменты — *перекись марганца* — марганцевая руда пирролюзит и графит — модификация чистого углерода — дают красивую гамму тонов от серебристо-серого до черного; исключительно термо-, химически- и атмосферостойкий пигмент.

Белый природный пигмент — *мел* ( $\text{CaCO}_3$ ) используется ограниченно (в основном в водных красках); применяется как наполнитель в шпатлевках.

Искусственные неорганические пигменты получают химической обработкой минерального сырья. Они имеют более яркую и разнообразную окраску и

большую стабильность цвета по сравнению с природными пигментами; однако в некоторых случаях долговечность (свето- и атмосферостойкость) их ниже, чем у природных. Белые пигменты. Белила титановые, белила цинковые (ZnO), литопоновые белила (смесь ZnS и BaSO<sub>4</sub>), желтые и красные пигменты. Как и у природных, в этой гамме преобладают пигменты на основе оксидов железа: желтый железно-окисный, красный железноокисный (редоксайд) и марсы (группа пигментов различных оттенков).

Более яркую и насыщенную окраску имеют свинцовые и цинковые пигменты: крон свинцовый (лимонный, желтый и оранжевый), крон цинковый (лимонный и желтый) и сурик свинцовый (оранжево-красный). Эти пигменты (кроме сурика) менее стойки, чем железноокисные, и ядовиты (в особенности свинцовые).

*Синие и зеленые пигменты.* К синим пигментам, получившим широкое распространение, относится железная лазурь и ультрамарин.

*Железная лазурь (милори)* — ферроцианид железа и калия — пигмент интенсивного синего цвета, применяется в смеси с белыми и желтыми (для получения зеленого цвета) пигментами; не щелочестоек. *Ультрамарин* — алюмосиликат натрия, содержащий серу; щелоче- и светостоек; в кислых средах обесцвечивается (в быту используется для подсинивания белья). *Кобальт синий* — пигмент очень высокого качества; из-за высокой стоимости применяется редко, в основном как краска для керамики. Среди зеленых пигментов один из лучших — *оксид хрома (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)*, оливково-зеленого цвета, обладающий высокой свето- и атмосферостойкостью, благодаря высокой укрывистости применяют обычно в смеси с наполнителями; используется для приготовления всех видов красок и эмалей; особенно часто применяют окись хрома в масляных красках для крыш. *Медянка* (основная уксуснокислая медь) — интенсивно окрашенный зеленый пигмент; применяется обычно в смеси с титановыми белилами для получения светло-зеленых красок. Недопустимо смешение с пигментами, содержащими цинк или сернистые соли.

Зеленые пигменты можно получить смешиванием синих пигментов с желтыми; например, *зелень цинковую* — смесь цинкового крона с лазурью, применяют в основном в красках для деревянных поверхностей; из-за низкой

щелочестойкости не рекомендуется для окраски бетонных и оштукатуренных поверхностей и полностью не пригодна для известковых и силикатных красок.

*Черные пигменты.* Среди черных пигментов главнейшие — *сажи*, получаемые по различным технологиям. Для красок используют газовую сажу, имеющую минимальное количество примесей. Высокодисперсная сажа образует со связующим коллоидные растворы. Сажа абсолютно свето- и химически стойка. Кроме сажи, особенно для цветных штукатурок, применяется щелочестоикий пигмент *железная черная* (закись — окись железа —  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ). *Металлические пигменты* представляют собой тонкодисперсные металлические порошки (*алюминиевая, бронзовая пудра*) с защитным покрытием; используются для защитных окрасок металлоконструкций и как второй пигмент в красках типа — *металлик*. В водных красках не применяется.

*Органические пигменты* — это, как правило, органические красители, переведенные в нерастворимую форму. От неорганических они отличаются большей интенсивностью окраски, разнообразием и чистотой тонов, но меньшей свето-, атмосферо- и химической стойкостью. Наибольшее распространение получили азокпигменты, фталоцианино-вые и полициклические пигменты.

*Азокпигменты* имеют непрерывную гамму цветов от зеленовато-желтого до бордо. Они устойчивы к действию щелочей. *Фталоцианиновые пигменты* имеют синий, голубой и зеленый цвета. Это одна из самых устойчивых к УФ-излучению, нагреву и химическим воздействиям группа органических пигментов, используемых для строительных целей уже более 50 лет. *Полициклические пигменты* — перспективный вид пигментов, имеющих широкую цветовую гамму, высокую красящую способность. *Современные вододисперсионные краски* — сложные многокомпонентные системы, в которые кроме пленкообразующего полимера и пигмента входят пластификаторы, эмульгаторы (соли жирных кислот, поливиниловый спирт и т. п.), диспергаторы пигментов и наполнителей, загустители (водорастворимые эфиры целлюлозы), структурирующие добавки (бентонит и т. п.), консерванты, пеногасители и др. Основное достоинство вододисперсионных красок — отсутствие в их составе органических растворителей, что обуславливает нетоксичность, взрыво- и пожаробезопасность. Вододисперсионные краски наносят на

окрашиваемую поверхность общепринятыми методами: распылением, валиком или кистью. При этом влажность поверхности не является помехой для окраски (однако защита от капельно-жидкой воды красочного слоя в начальный период твердения обязательна, так как незатвердевшая краска размывается водой).

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

### Таблица распределения контрольной работы по вариантам

№ варианта	№ вопроса			№ задачи		
<i>01</i>	<i>1</i>	<i>31</i>	<i>61</i>	<i>30</i>	<i>60</i>	<i>90</i>
<i>02</i>	<i>2</i>	<i>32</i>	<i>62</i>	<i>29</i>	<i>59</i>	<i>89</i>
<i>03</i>	<i>3</i>	<i>33</i>	<i>63</i>	<i>28</i>	<i>58</i>	<i>88</i>
<i>04</i>	<i>4</i>	<i>34</i>	<i>64</i>	<i>27</i>	<i>57</i>	<i>87</i>
<i>05</i>	<i>5</i>	<i>35</i>	<i>65</i>	<i>26</i>	<i>56</i>	<i>86</i>
<i>06</i>	<i>6</i>	<i>36</i>	<i>66</i>	<i>25</i>	<i>55</i>	<i>85</i>
<i>07</i>	<i>7</i>	<i>37</i>	<i>67</i>	<i>24</i>	<i>54</i>	<i>84</i>
<i>08</i>	<i>8</i>	<i>38</i>	<i>68</i>	<i>23</i>	<i>53</i>	<i>83</i>
<i>09</i>	<i>9</i>	<i>39</i>	<i>69</i>	<i>22</i>	<i>52</i>	<i>82</i>
<i>10</i>	<i>10</i>	<i>40</i>	<i>70</i>	<i>21</i>	<i>51</i>	<i>81</i>
<i>11</i>	<i>11</i>	<i>41</i>	<i>71</i>	<i>20</i>	<i>50</i>	<i>80</i>
<i>12</i>	<i>12</i>	<i>42</i>	<i>72</i>	<i>19</i>	<i>49</i>	<i>79</i>
<i>13</i>	<i>13</i>	<i>43</i>	<i>73</i>	<i>18</i>	<i>48</i>	<i>78</i>
<i>14</i>	<i>14</i>	<i>44</i>	<i>74</i>	<i>17</i>	<i>47</i>	<i>77</i>
<i>15</i>	<i>15</i>	<i>45</i>	<i>75</i>	<i>16</i>	<i>46</i>	<i>76</i>
<i>16</i>	<i>16</i>	<i>46</i>	<i>76</i>	<i>15</i>	<i>45</i>	<i>75</i>
<i>17</i>	<i>17</i>	<i>47</i>	<i>77</i>	<i>14</i>	<i>44</i>	<i>74</i>
<i>18</i>	<i>18</i>	<i>48</i>	<i>78</i>	<i>13</i>	<i>43</i>	<i>73</i>
<i>19</i>	<i>19</i>	<i>49</i>	<i>79</i>	<i>12</i>	<i>42</i>	<i>72</i>
<i>20</i>	<i>20</i>	<i>50</i>	<i>80</i>	<i>11</i>	<i>41</i>	<i>71</i>
<i>21</i>	<i>21</i>	<i>51</i>	<i>81</i>	<i>10</i>	<i>40</i>	<i>70</i>
<i>22</i>	<i>22</i>	<i>52</i>	<i>82</i>	<i>9</i>	<i>39</i>	<i>69</i>
<i>23</i>	<i>23</i>	<i>53</i>	<i>83</i>	<i>8</i>	<i>38</i>	<i>68</i>
<i>24</i>	<i>24</i>	<i>54</i>	<i>84</i>	<i>7</i>	<i>37</i>	<i>67</i>
<i>25</i>	<i>25</i>	<i>55</i>	<i>85</i>	<i>6</i>	<i>36</i>	<i>66</i>
<i>26</i>	<i>26</i>	<i>56</i>	<i>86</i>	<i>5</i>	<i>35</i>	<i>65</i>
<i>27</i>	<i>27</i>	<i>57</i>	<i>87</i>	<i>4</i>	<i>34</i>	<i>64</i>
<i>28</i>	<i>28</i>	<i>58</i>	<i>88</i>	<i>3</i>	<i>33</i>	<i>63</i>
<i>29</i>	<i>29</i>	<i>59</i>	<i>89</i>	<i>2</i>	<i>32</i>	<i>63</i>
<i>30</i>	<i>30</i>	<i>60</i>	<i>90</i>	<i>1</i>	<i>31</i>	<i>61</i>

### Вопросы к контрольной работе

1. Что такое цементный бетон, из каких материалов его изготавливают, от чего зависит его прочность?
2. Отпуск стали. Виды и назначение отпуска стали. Влияние различных видов отпуска закаленной стали на механические свойства.
3. Классификация асфальтовых бетонов. Технология изготовления горячих и холодных асфальтобетонных смесей.
4. Материалы и изделия для деревянных конструкций.
5. Что такое коррозия бетона, какие работы проведены учеными в области защиты бетона от коррозии?
6. Какие из цветных металлов имеют наибольшее применение в строительстве и каковы их свойства?
7. Что такое горячий асфальтовый бетон? Состав, технология производства, свойства и область применения.
8. Формы связи воды в древесине, равновесная влажность, влияние влажности на свойства древесины.
9. Как изготавливают газо- и пенобетон, в чем основное отличие их технологий?
10. Опишите способы предохранения древесины от гниения.
11. Битумные эмульсии и пасты. Их составы, изготовление и применение.
12. Способы уплотнения бетонной смеси при изготовлении железобетонных изделий.
13. Назовите основные гидроизоляционные материалы, получаемые на основе полимеров и битумополимеров.
14. Что такое предварительно напряженный железобетон, и каковы его преимущества по сравнению с обычным железобетоном?
15. Что такое термозит и аглопорит? Основы их производства, свойства и применение.
16. Опишите основные пороки древесины и их влияние на сортность лесных материалов.
17. Чем отличаются строительные растворы от бетонов? Приведите формулы прочности и дайте пояснения.

18. Асфальтовые бетоны и растворы. Материалы, свойства и область применения бетонов.
19. Какие физико-химические процессы протекают при автоклавной обработке известково-песчаных камней?
20. Какие требования предъявляются к строительным сталям? Назовите марки углеродистых сталей применяемых для арматуры.
21. Дорожный асфальтобетон: состав и основные свойства.
22. Способы защиты древесины от загнивания. Виды антисептиков и способы их применения.
23. Отжиг стали. Виды отжига и их назначение.
24. Что такое крупнопористый цементный бетон, каковы его основные свойства и где он применяется в строительстве. Изложите существующие способы формования бетонной смеси.
25. Классификация асфальтобетонов.
26. Виды влаги в древесине. Влияние влажности древесины на ее физико-механические свойства.
27. Силикатные изделия: их виды, основы технологии, свойства и применение?
28. Охарактеризуйте основные технологические схемы производства сборного железобетона.
29. Какие составы имеют горячие и холодные мастики, в каких случаях они применяются? Объясните физическую сущность их клеящей способности.
30. Какие виды трещин бывают у дерева и как предотвратить появление трещин при сушке и хранении?
31. Что такое твердость металла? Изложите методы определения твердости металла по Бринеллю и Роквеллу.
32. Кратко изложите существующие способы формования бетонной смеси.
33. Технология приготовления асфальтобетонной массы.
34. Углеродистые стали обыкновенного качества, их классификация по группам и маркировка. Применение этих сталей в строительстве.

35. Составьте технологическую схему производства силикатного кирпича и дайте пояснения к ней.

36. Коррозия бетона и способы защиты от коррозии.

37. Что такое битумная эмульсия? Чем обеспечивается ее устойчивость к коагуляции и седиментации при хранении?

38. Легированные стали. Основные легирующие элементы в сталях. Низколегированные строительные стали.

39. Перечислите достоинства и недостатки древесины как строительного материала.

40. Технология изготовления керамических изделий, классификация.

41. Стеновые керамические материалы: керамический кирпич и керамические камни, их разновидности.

42. Определение марки керамического кирпича.

43. Каково влияние минералогического состава цементного клинкера на величину тепловыделения цементов? В каких случаях применения цементов полезна его высокая экзотермия, а в каких вредна? Приведите примеры.

44. Что такое выветривание горных пород, какие существуют меры для защиты от выветривания камня в конструкциях?

45. Какие добавки и для каких целей вводятся в глину при изготовлении керамических изделий?

46. Какие искусственные пористые заполнители получают из глины? Приведите одну из технологических схем производства.

47. Минеральная вата и минераловатные изделия.

48. Перечислите горные породы, состоящие из карбоната и сульфата кальция и магния, применяющиеся в строительстве и производстве строительных материалов.

49. Какой кирпич относится к легковесному, в чем его преимущество перед обыкновенным кирпичом?

50. Что происходит с глинами при их нагревании?

51. Охарактеризуйте сульфатостойкий, дорожный и пуццолановый



портландцементы.

52. Рулонные материалы для полов. Состав, свойства и области применения.
53. Что называется коэффициентом теплопроводности и от чего он зависит?
54. К каким типам и к каким группам горных пород относятся гравий, кварцит, доломит, базальт, песок, известняк, мрамор?
55. Виды черепицы. Основные требования, предъявляемые к ним.
56. Опишите характерные свойства специальных портландцементов: гидрофобного, расширяющегося и пластифицированного.
57. Коррозия цементного камня и меры защиты от коррозии.
58. Какие технические свойства являются основными характеристиками качества строительных материалов?
59. Какие разновидности облицовочной керамики применяют в строительстве, какие требования предъявляют к исходной глине?
60. Что представляет собой строительное стекло, какие сырьевые материалы применяют для его изготовления?
61. Какие существуют современные представления о соединениях, возникающих при гидратации портландцемента?
62. Отделочные полимерные материалы и изделия. Номенклатура, состав и область применения.
63. Приведите химико-минералогический состав портландцемента и опишите основные процессы, протекающие при обжиге исходного сырья.
64. Назовите горные породы, состоящие из карбонатов, сульфатов кальция и магния, используемые для производства минеральных вяжущих веществ.
65. Что такое керамзит, каковы его свойства, для каких целей он применяется в строительстве?
66. Что такое пуццолановый цемент, какими свойствами он обладает и где применяется в строительстве?
67. Как образовались глины, каковы их основные свойства?
68. Что такое гидрофобный цемент, какими свойствами он обладает и где применяется в строительстве?

69. Опишите способ изготовления керамических облицовочных плиток.
70. Как изготавливают ячеистые бетоны с применением алюминиевой пудры и пены? Каковы основные этапы технологии?
71. Что такое пуццолановый портландцемент? Его свойства и области применения.
72. В каком виде и для каких целей применяют известь в строительстве?
73. Что служит сырьем для портландцемента и какова технология его производства?
74. Асбестоцементные материалы и изделия и их применение в строительстве.
75. Теплоизоляционные материалы на основе полимеров. Принципы их производства, свойства и применение.
76. Как изменяются свойства строительных материалов по мере их увлажнения? Приведите примеры.
77. Как образовались глины в природе и каковы их основные минеральные компоненты?
78. Что представляет собой высокопрочный гипс?
79. Как происходит твердение известковых строительных растворов?
80. Что такое шлакопортландцемент? Какие химические реакции протекают при твердении цемента?
81. Охарактеризуйте технические свойства горных пород осадочного происхождения, применяемых в строительстве.
82. Перечислите разновидности керамического кирпича, укажите основные требования к сырью для его производства.
83. В чем заключается сущность процесса твердения гипса?
84. В каком виде и для каких целей применяют воздушную известь?
85. Какое сырье применяют для производства портландцемента и по каким схемам технологического процесса получают этот материал?
86. Как меняются свойства строительных материалов под воздействием атмосферных факторов?

87. Какие материалы называют огнеупорными? Область применения огнеупорных материалов.
88. Какие добавки вводятся в глины при изготовлении керамических изделий и каково их назначение?
89. Чем отличаются способы производства глиняного кирпича (пластическое формование и полусухое прессование)?
90. Что такое глиноземистый цемент? Каков его химический состав? Какие химические реакции протекают при твердении цемента?

### **Задачи к контрольной работе**

1. Определите водопоглощение по массе и объему если масса сухого образца - 310 г., насыщенного водой - 350 г., средняя плотность материала -  $1800 \text{ кг/м}^3$ .
2. Определите пористость камня, если кубик со стороной 10 см. имеет массу 2,1 кг. и истинную плотность  $2,4 \text{ г/см}^3$ .
3. Сколько получится извести кипелки из 20 тонн известняка влажностью 10% ?
4. Определите пористость горной породы, если известно, что ее водопоглощение по объему в 1,7 раза больше водопоглощения по массе, а истинная плотность твердого вещества равна  $2,6 \text{ г/см}^3$ .
5. Вычислите, сколько получится строительного гипса после термической обработки 10 тонн гипсового камня. Содержание примесей в гипсовом камне – 8% , а естественная влажность – 5%.
6. Рассчитайте, сколько получится негашеной и гидратной извести из 20 т известняка. Содержание в известняке  $\text{CaCO}_3$  – 85% по массе, а естественная влажность – 8%.
7. Определите расход по массе и объему глины, необходимой для изготовления 1000 шт. красного обыкновенного кирпича, при следующих данных: средняя плотность кирпича –  $1750 \text{ кг/м}^3$ ; средняя плотность глины -  $1650 \text{ кг/м}^3$ ; влажность глины-13%. При обжиге сырца в печи потери при прокаливании составляют 8,5% от массы сухой глины.

8. Определите истинную плотность каменного образца, если его пористость составляет 45%, а кубик со стороной 10 см. имеет массу равную 1,5 кг.

9. Определите пористость камня цилиндрической формы, массой 210 грамм, высотой 5 см., диаметр основания равен 5 см., абсолютная плотность камня  $2500 \text{ кг/м}^3$

10. Определите, сколько получится кирпича из  $2,5 \text{ м}^3$  глины, если средняя плотность кирпича -  $1700 \text{ кг/м}^3$ , средняя плотность глины -  $1600 \text{ кг/м}^3$ , влажность глины - 12%. При обжиге сырца в печи потери его при прокаливании составляют 8% от массы сухой глины.

11. Масса сухого образца известняка составляет 400 г, а после насыщения его водой – 412 г. Средняя плотность известняка -  $2500 \text{ кг/м}^3$ . Определите водопоглощение по массе и объему, а также пористость известняка, если его истинная плотность составляет  $2,65 \text{ г/см}^3$ .

12. Определите коэффициент размягчения, если при испытании образца ( $15 \times 15 \times 15 \text{ см}$ ) в сухом состоянии на сжатие максимальное показание манометра прессы было равно 38,8 кН, тогда как при испытании образца в водонасыщенном состоянии показание манометра было 34,1 кН.

13. Определите количество строительного гипса, полученного из 5 т природного гипсового камня, содержащего 8% примесей и имеющего влажность 5%.

14. Масса сухого известняка - 300 г, а после насыщения водой - 308 г. Средняя плотность известняка -  $2450 \text{ кг/м}^3$ . Вычислите водопоглощение по массе и объему.

15. Определите выход известкового теста по массе и объему из 5 т негашеной извести, если она имеет активность (содержание  $\text{CaO}$ ) 75%. Содержание воды в тесте - 50% от общей массы, а средняя плотность известкового теста -  $1400 \text{ кг/м}^3$ .

16. Цилиндрический образец горной породы диаметром и высотой 5 см весит в сухом состоянии 245 г. После насыщения водой его масса увеличилась до 249 г. Определите среднюю плотность камня и его водопоглощение по

массе и объему.

17. Определите среднюю плотность известкового теста, в котором содержится более 50% воды (по массе), если истинная плотность извести-пушонки равна  $2,08 \text{ г/см}^3$ .

18. Масса образца камня в сухом состоянии 50 г. Определите массу образца после насыщения его водой, а также истинную плотность твердого вещества камня, если известно, что водонасыщение по объему равно 18%, пористость камня - 25%, средняя плотность -  $1800 \text{ кг/м}^3$ .

19. Сколько получится известкового теста, содержащего 50% воды, из 2 т извести-кипелки, имеющей активность 85% ?

20. Определите пористость горной породы, если известно, что ее водопоглощение по объему в 1,7 раза больше водопоглощения по массе, а истинная плотность твердого вещества равна  $2,6 \text{ г/см}^3$ .

21. Вычислите, сколько получится строительного гипса после термической обработки 10 тонн гипсового камня. Содержание примесей в гипсовом камне – 8% , а естественная влажность – 5%.

22. Камневидный материал в виде образца кубической формы, длина ребра которого равна 6,5 см, в воздушно-сухом состоянии имеет массу 520 г. Определите коэффициент теплопроводности и возможное название материала.

23. Рассчитайте, сколько получится негашеной и гидратной извести из 20 т известняка. Содержание в известняке  $\text{CaCO}_3$  – 85% по массе, а естественная влажность – 8%.

24. Масса образца камня в сухом состоянии - 76 г. После насыщения образца водой его масса увеличилась до 79 г. Определите среднюю плотность и пористость камня, если его водопоглощение по объему составляет 8,2%, а истинная плотность твердого вещества равна  $2,68 \text{ г/см}^3$ .

25. Определите выход сухой извести-кипелки из 20 т известняка, содержащего 8% глинистых примесей. Естественная влажность известняка - 5%.

26. Определить влажность древесины, если масса сухого образца 5 г., а мокрого 7 г. Какая это древесина по влажности?
27. Определить предел прочности на сжатие вдоль волокон, если призма размерами 20x20x30 выдержала нагрузку в 32000 Н.?
28. Определить предел прочности поперек волокон, если призма размерами 30x20x20 мм выдержала нагрузку 4800 Н.
29. Определите количество гранитного щебня, необходимого для устройства бутового фундамента длиной 10 метров, шириной 100 см., глубиной 1 метр, если средняя плотность щебня 2000 кг/м<sup>3</sup> ?
30. Определите среднюю плотность гранита, если камень массой 500 грамм, вытеснил 250 см<sup>3</sup> воды ?
31. Определите массу кубика известняка со стороной 10 см, если средняя плотность известняка 1800 кг/м<sup>3</sup> ?
32. Определите массу кирпича керамического, стандартных размеров, если средняя плотность равна 1800 кг/м<sup>3</sup>?
33. Сколько кубических метров песка можно загрузить в 10-ти тонный автомобиль, если средняя плотность песка 1800 кг/м<sup>3</sup> ?
34. Какой должна быть грузоподъемность самосвала, предназначенного для перевозки 5 м<sup>3</sup> гранита, насыпная плотность которого 1700 кг/м<sup>3</sup> ?
35. Определите массу дубовой колоды длиной 6 метров, диаметр вершины 16 см., диаметр окоренка 20 см.
36. Сколько сосновых брусьев сечением 140x160 мм., длиной 4,5 метра можно привезти в 5-тонной автомашине?
37. Определить сколько тонн гранитного щебня ( $P_m=2000 \text{ кг/м}^3$ ), понадобится для устройства фундамента длиной 10 метров, шириной 50 см. и глубиной 1 метр.
38. Стандартный кубик из кирпича при испытании на сжатие разрушился при нагрузке 300 кН. Определите марку кирпича.
39. Сколько штук обыкновенного керамического кирпича можно погрузить в 5-ти тонный автомобиль?

40. Чему равна марка раствора, если кубик размерами 70,7x70,7x70,7 мм. разрушается при нагрузке 50 Кн.?
41. Определить среднюю плотность и пористость камня, если его водопоглощение по объему составляет 21%, водопоглощение по массе 15%, истинная плотность  $2400 \text{ кг/м}^3$  ?
42. Определить коэффициент теплопроводности материала, имеющего среднюю плотность  $1200 \text{ кг/м}^3$  ?
43. При стандартном испытании кирпича керамического на изгиб оказалось, что его предел прочности равен 4,2 МПа. Определить какое показание манометра пресса соответствовало этому напряжению, если площадь поршня пресса равна  $50 \text{ см}^2$  ?
44. Определите какое количество глины по массе и объему необходимо для получения 1000 штук кирпича керамического со средней плотностью  $1750 \text{ кг/м}^3$ , если влажность глины 14%, средняя плотность  $1600 \text{ кг/м}^3$ , потери при обжиге составляют 8% от массы сухой глины.
45. Сколько можно получить извести-кипелки из 5 тонн известняка, содержащего 2% песка в виде примеси?
46. Сколько необходимо взять гипса и воды для получения 10 кг гипсового теста нормальной густоты, если нормальная густота гипсового теста равна 59%.
47. Сколько получится гипса полугидрата и сколько растворимого ангидрита из 1 тонны гипсового камня не содержащего примесей?
48. Сколь квадратных метров сухой штукатурки толщиной 10,5 мм. (без картона) можно получить из 10 тонн строительного гипса при затворении его 60% водой, если средняя плотность сырого затвердевшего гипса равна  $2100 \text{ кг/м}^3$ .
49. Сколько тонн каустического магнезита можно получить при обжиге 15 тонн магнезита, содержащего 8% (по массе) неразлагающихся примесей?
50. Определите класс прочности бетона, если водоцементное отношение составляет 0,75, заполнитель гранитный щебень, марка цемента 500.

51. Определить класс прочности бетона на сжатие, если стандартный кубик через 28 суток разрушен силой 540 Кн.?

52. Определить марку цемента, если марка бетона на сжатие 400, водоцементное отношение равно 0,6, заполнитель гравий.

53. Определить коэффициент выхода бетонной смеси, если на 1 кубический метр тратится 350 кг. цемента, 500 кг. песка, 1400 кг. щебня; средняя плотность цемента  $1100 \text{ кг/м}^3$ , песка  $1600 \text{ кг/м}^3$ , щебня  $1400 \text{ кг/м}^3$ .

54. Определить массу грунта, вынутого из траншеи прямоугольного сечения шириной 50 см., глубиной 1,5 метра, длиной 100 метров, если средняя плотность грунта  $2400 \text{ кг/м}^3$

55. Определить марку портландцемента, если половина стандартной балочки через 28 суток разрушена силой в 250 Кн.

56. Определить влажность древесины, если образец в сухом состоянии имеет массу 20 грамм, а в мокром 32 грамма. Какая это древесина по влажности?

57. Сколько штук кирпича можно погрузить на 5-ти тонную машину (кирпич одинарный стандартный, средняя плотность  $1750 \text{ кг/м}^3$ ).

58. Определить водоцементное отношение, если класс прочности бетона на сжатие – 30, марка цемента 400, заполнитель гравий, смесь подвижная.

59. Определить объем гранитного камня, привезенного на трех машинах, грузоподъемностью 4,5 тонн, если средняя плотность камня  $2500 \text{ кг/м}^3$ .

60. Сколько кубических метров щебня будет израсходовано на бетонирование покрытия дороги площадью 4000 квадратных метра, толщиной 0,2 метра, если насыпная плотность щебня  $1400 \text{ кг/м}^3$ , истинная плотность  $2800 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент раздвижки зерен в бетоне 1,25?

61. Вес пробы сухого песка перед отмучиванием был равен 1000 грамм, а после отмучивания высушенный песок весил 930 грамм. Пригоден ли этот песок для производства бетона согласно ГОСТ?

62. Какой маркой по прочности будет обладать обычный тяжелый бетон на портландцементе после 28 суток твердения в нормальных условиях, если активность цемента  $450 \text{ кгс/см}^2$ . Заполнители среднего качества  $A=0,60$ , цементно-водное отношение 1,6.



63. Какой марке будет соответствовать бетон, если после испытания стандартных образцов размером  $150 \times 150 \times 150$  мм. в возрасте 10 суток среднее значение предела прочности при сжатии составило  $160 \text{ кг/см}^2$ .
64. Фундамент из бетона марки 200 имеет форму правильного параллелепипеда с размерами  $4 \times 6 \times 2$  метра. Рассчитать сколько потребуется портландцемента для бетонирования этого фундамента при условии, что активность цемента равна  $43 \text{ МПа}$ , заполнители среднего качества, а расход воды на  $1 \text{ м}^3$  бетонной смеси составляет 200 литров.
65. Для бетонирования железобетонной балки приготовлена бетонная смесь с водоцементным отношением  $V/C=0,60$  на цементе активностью  $45 \text{ МПа}$  и на заполнителях среднего качества  $A=0,60$ . Проверить какой прочностью при сжатии будет обладать бетон в балке после 28 суток твердения в нормальных условиях и будет ли он удовлетворять проектной марке 300 ?
66. Определить расход цемента на  $1 \text{ м}^3$  песка для приготовления строительного раствора марки 50. Активность портландцемента  $410 \text{ кг/см}^2$ , коэффициент зависящий от вида цемента принять равным 1.
67. Сколько тонн цемента потребуется для приготовления  $200 \text{ м}^3$  сложного строительного раствора марки 75, если в качестве вяжущего применяется шлакопортландцемент марки М300 с активностью  $33 \text{ МПа}$ ? Коэффициент зависящий от вида цемента принять равным 0,88.
68. Определить расход цемента активностью  $37 \text{ МПа}$  на  $1 \text{ м}^3$  песка для приготовления строительного раствора марки М75. Коэффициент зависящий от вида цемента принять равным 1.
69. Бетон на портландцементе после 7 суток твердения в нормальных условиях имеет предел прочности при сжатии  $120 \text{ кг/см}^2$ , а после термообработки (пропаривания) при  $85^\circ\text{C}$ , сразу после формования  $378 \text{ кг/см}^2$ . Рассчитать какую часть (в процентах) марки бетона составляет его прочность после термообработки.
70. Определить количество негашеной (комовой) извести, получаемой при полном обжиге 10 тонн чистого известняка влажностью 10%.

71. Сколько потребуется чистого известняка с влажностью 5% для получения 10 тонн негашеной извести?

72. Сколько потребуется гидратной извести, чтобы приготовить 1 м<sup>3</sup> известкового теста с объемным весом 1400 кг/м<sup>3</sup>. Удельный вес гидратной извести 2,0.

73. Определить пористость затвердевшего цементного камня, изготовленного из портландцемента, если цементное тесто при затворении содержало 28% воды, а количество связанной воды равно 20% от веса цемента, удельный вес портландцемента принять равным 3,1

74. Какой должна быть активность клинкера портландцемента для получения пуццоланового портландцемента марки М500, состоящего из 75% клинкера портландцемента и 25% трепела.

75. Образцы балочек из цементного теста пластичной консистенции размером 4x4x16 см. испытаны на изгиб и половинки балочек на сжатие. При испытании на изгиб были получены следующие результаты: 46,8; 51,0; 52,0 кг/см<sup>2</sup>. Разрушающая нагрузка при испытании на сжатие оказалась равной: 8000, 7880, 8200, 8100, 8000, 7900 кГ. Установить марку портландцемента.

76. Определить пористость затвердевшего камня из глиноземистого цемента, если содержание воды в нем 50% от веса цемента, количество связанной воды 22% от веса цемента, удельный вес глиноземистого цемента 3 г/см<sup>3</sup>.

77. Определить марку гипса, если половинка стандартной балочки была разрушена силой на сжатие  $P=1,25$  тонн.

78. Сколько нужно песка и извести для изготовления 1000 штук силикатных кирпичей. Средняя плотность кирпича 1800 кг/м<sup>3</sup>, влажность 6%.

Содержание СаО в сухой смеси 9%, активность извести, примененной для изготовления кирпича 82%.

79. Определить массу глиняного грунта в естественном состоянии, которую необходимо разработать экскаватором при устройстве траншеи с вертикальными (прямыми) стенками, если глубина траншеи 1 метр, ширина 50 см., длина 50 метров.

80. Определить какой объем в автомобиле займет минеральная вата, средняя плотность которой  $250 \text{ кг/м}^3$ , масса 2000 кг.
81. Определить истинную плотность камня, если его пористость 10%, масса кубика из камня размерами  $10 \times 10 \times 10 \text{ см.}$ , равна 1800 грамм.
82. Бетонный кубик, сторона которого 15 см. разрушается при нагрузке 450 Кн., каков его предел прочности на сжатие?
83. Деревянная балочка размерами  $2 \times 2 \times 30 \text{ см.}$ , при испытании на изгиб выдержала груз равный 2 Кн. Расстояние между опорами 24 см. Определить предел прочности на изгиб.
84. Стальной стержень диаметр которого равен 10 мм., а длина 10 см. при растяжении разрушается под нагрузкой 40 Кн. Определить предел прочности на растяжение.
85. Определить вес стандартного кирпича керамического, если его плотность составляет  $1600 \text{ кг/м}^3$ .
86. Определить водопоглощение кирпича, если масса сухого кирпича 3700 г., а насыщенного водой 4200 г., средняя плотность кирпича  $1600 \text{ кг/м}^3$ .
87. Определить массу сухого песка, если масса влажного 2 тонны, влажность 5%.
88. Определить предел прочности сосны на сжатие поперек волокон, если разрушающая нагрузка на стандартный образец 4800 Н.
89. Определить влажность древесины, если образец в сухом состоянии имеет массу 10 грамм, а в мокром 12 грамм. Какая это древесина по влажности?
90. Масса сухого известняка - 300 г, а после насыщения водой - 308 г. Средняя плотность известняка -  $2450 \text{ кг/м}^3$ . Вычислите водопоглощение по массе и объему.

### Примеры решения задач

**Пример1.** Определить истинную плотность твердого вещества цилиндрического образца горной породы диаметром и высотой 4 см, масса которого в сухом состоянии 145 г.

$$m = 145 \text{ г}$$

$$V = \pi R^2 h = 3,14 \cdot 4 \cdot 4 = 50,24 \text{ см}^3;$$

$$d = 4 \text{ см}$$

$$\rho = m / V = 145 / 50,24 = 2,88 \text{ г/см}^3.$$

$$\underline{h = 4 \text{ см}}$$

$$\rho = ?$$

**Пример 2.** Масса образца камня в сухом состоянии 77 г, а после насыщения водой 79 г. Определить среднюю плотность и пористость камня, если его истинная плотность 2,67 г/см<sup>3</sup>, а объемное водопоглощение 4,28 % .

$$m_c = 77 \text{ г}$$

Вычисляем водопоглощение по массе:

$$m_b = 79 \text{ г}$$

$$V_{\text{мас}} = [(m_b - m_c) / m_c] 100 = [(79 - 77) / 77] 100 = 2,6\%.$$

$$\rho = 2,67 \text{ г/см}^3$$

Определяем среднюю плотность и пористость камня:

$$\underline{V_{\text{об}} = 4,28\%}$$

$$\rho_o = V_{\text{об}} / V_{\text{мас}} = 4,28 / 2,6 =$$

$$1,645 \text{ г/см}^3$$

$$\Pi = ? \rho_o = ?$$

$$\Pi = [(\rho - \rho_o) / \rho] 100 = [(2,67 - 1,645) / 2,67] 100 = 38\%.$$

**Пример3.** Рассчитать, сколько получится негашеной извести из 20 т известняка. Содержание CaCO<sub>3</sub> в известняке - 85% по массе

1. Определим массу примесей в известняке:

$$20000 \cdot 0,15 = 3000 \text{ кг.}$$

2. Чистого карбоната кальция в известняке:

$$20000 - 3000 = 17000 \text{ кг.}$$

3. Вычисляем массу CaO в негашеной извести:

$$\text{CaO} = 17000 \cdot 56 / 100 = 9520 \text{ кг.}$$

4. Вычисляем массу негашеной извести:

$$m = 9520 + 3000 = 12520 \text{ кг.}$$

**Пример 4.** Влажность глины 10 % от массы, потери при прокаливании составляют 8 % от массы сухой глины. Средняя плотность керамического кирпича, изготовленного из нее, 1700 кг/м<sup>3</sup>. Какое количество кирпича размером 250×120×65 мм можно получить из 20 тонн глины?

**Решение.** Влажность материала определяем по формуле

$$W = [(m_{в} - m_{с}) / m_{с}] \cdot 100,$$

где  $W$  – влажность, % мас.;  $m_{в}$  – масса влажного материала, кг;  $m_{с}$  – масса сухого материала, кг.

Следовательно,  $m_{с} = m_{в} / (1 + 100W)$ .

Масса сухой глины  $m_{с} = m_{в} / 1,10 = 20\,000 / 1,10 = 18\,181,82$  кг.

Масса глины после обжига

$$m_{обж} = m_{с} / 1,08 = 18\,181,82 / 1,08 = 16\,835$$
 кг.

Объем кирпича  $V_{кирп} = 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,065 = 1,95 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>.

Масса кирпича  $m_{кирп} = \rho \cdot V_{кирп} = 1700 \cdot 1,95 \cdot 10^{-3} = 3,315$  кг.

Количество кирпича  $n = m_{обж} / m_{кирп} = 16\,835 / 3,315 = 5078$  шт.

**Пример 5.** Сколько потребуется глины по массе и объему для изготовления 1000 шт. кирпича стандартных размеров со средней плотностью 1800 кг/м<sup>3</sup>, если средняя плотность глины 1700 кг/м<sup>3</sup>, ее влажность 18 % массы, потери при прокаливании составляют 10 % от массы сухой глины? Во время изготовления, выгрузки и погрузки кирпича допускается 2 % брака.

**Решение.** С учетом брака нужно изготовить кирпича

$$n_{кирп} = 1000 \cdot 1,02 = 1020$$
 шт.

Объем кирпича  $V_{кирп} = 1020 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,065 = 1,989$  м<sup>3</sup>.

Масса кирпича  $m_{кирп.} = 1800 \cdot 1,989 = 3680$  кг.

Масса глины с учетом влажности и потерь при прокаливании

$$m_{гл} = 3680 \cdot 1,18 \cdot 1,10 = 4647$$
 кг.

Объем глины  $V_{гл} = 4647 / 1700 = 2,56$  м<sup>3</sup>.

**Пример 6.** Определить влажность образца древесины, если первоначальная масса бюкса с образцом 90 г, а после высушивания до постоянной массы 56 г. Масса пустого бюкса 12 г.

**Решение.** Влажность древесины вычисляем по формуле

$$W = (m_1 - m_2) \cdot 100\% / (m_2 - m)$$

где  $m$  – масса бюкса, г;  $m_1, m_2$  – масса бюкса с образцом древесины до и после высушивания, г.

Таким образом  $W = (90 - 56) \cdot 100\% / (56 - 12) = 77,3 \%$ .

**Пример 7.** Сколько полуводного (строительного) гипса можно получить после термической обработки 50 тонн гипсового камня?

**Решение.** Определяем соединения, входящие в сырье и продукты его термической обработки:



Молекулярные массы этих соединений по таблице :

$$172,13 = 145,13 + 27 .$$

$$\text{Масса полуводного гипса } 50\ 000 \cdot 145,13 / 172,13 = 42\ 155 \text{ кг.}$$

**Пример 8.** На 1 м<sup>3</sup> бетона расходуется цемента 320 кг, песка 580 кг, щебня 1320 кг и воды 160 л. Насыпная плотность цемента 1300 кг/м<sup>3</sup>, песка 1450 кг/м<sup>3</sup>, щебня 1550 кг/м<sup>3</sup>. Установить коэффициент выхода бетона.

**Решение.**

$$\beta = V_b / (V_c + V_n + V_{ш}) = 1000 / (320/1,3 + 580/1,45 + 1320/1,55) = 0,67$$

**Пример 9.** При испытании кубов с размером ребра 10 см. из тяжелого бетона в возрасте 7 суток, твердеющих в нормальных условиях, разрушающая нагрузка была равна 260 кН. Бетон приготовлен на портландцементе. Определить прочность бетона.

**Решение.** Предел прочности бетона при сжатии в возрасте 7 суток:

$$R_7 = \kappa P/S = 0,95 \cdot 260\ 000 \text{ Н} / 0,01 \text{ м}^2 = 247 \cdot 10^5 \text{ Па} = 24,7 \text{ МПа,}$$

где  $\kappa = 0,95$  – масштабный коэффициент, учитывающий отличие размеров ребра образца от эталонного (15 см). Выбираем по таблице.

Предел прочности бетона в возрасте 28 суток определяем по формуле:

$$R_{28} = R_7 \cdot \lg 28 / \lg 7 = 24,7 \cdot 1,447 / 0,845 = 42,3 \text{ МПа.}$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Теличенко В.И. Технология строительных процессов. – М.: Высш. шк. 2008.
2. Рыбьев И.А. Материаловедение в строительстве. – М.: Академия, 2007.
3. Белов В.В. Краткий курс материаловедения и технологии конструктивных материалов для строительства. – М.: АСВ, 2006.
4. Жук П.М. Оценка качества строительных материалов в соответствии с требованиями зарубежных стандартов. – М.: Архитектура-С, 2006.
5. Кочергин С.М. Внутренняя отделка. Материалы и технологии. – М.: Стройинформ, 2006.
6. Каверн Н.С. Современные материалы для отделки фасадов. – М.: Издательство «Архитектура – С», 2005.
7. Микульский В.Г. Строительные материалы. – М.: Изд-во АСВ, 2004.
8. Попов К.Н. Строительные материалы и изделия. – М.: Высш. шк., 2001.
9. Шубенкин П.Ф. Строительные материалы и изделия. Бетоны на основе минеральных вяжущих: Примеры задач с решениями. – М.: АСВ, 1998.
10. Горчаков Г.И. Строительные материалы. – М.: Стройиздат, 1986.