

ББК 38.3
М 29
УДК 691:620.1(035.5)

Печатается по решению секции литературы по строительным материалам редакционного совета Стройиздата

Рецензенты: кандидаты техн. наук *М. Ю. Лецинский*,
Л. Н. Попов

Марцинчик А. Б., Шубенкин П. Ф.
М 29 Определение свойств и качества строительных материалов в полевых условиях: Справ. пособие. — М.: Стройиздат, 1983. — 119 с., ил.

В пособии объединены большинство известных методов контроля качества и свойств основных строительных материалов, используемых в современном строительстве — от простых, не требующих специального оснащения, до тех, которые требуют минимального использования стандартного оснащения. Методы изложены на основе изучения авторами специальной литературы с учетом их личного многолетнего опыта.

Для инженерно-технических работников строительных организаций.
М 3203000000—462 59—83 ББК 38.3
047(01)—83 6СЗ
© Стройиздат, 1983

ПРЕДИСЛОВИЕ

На XXVI съезде КПСС была подчеркнута необходимость ускорения сроков ввода объектов в эксплуатацию и улучшения качества строительства за счет внедрения прогрессивных форм его организации, укрепления материально-технической базы, более полного использования местных сырьевых материалов.

Особое значение проблема повышения качества строительства приобретает в свете решений майского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС, одобрявшего Продовольственную программу СССР, которая является составной частью экономической политики партии на ближайшее десятилетие.

Для реализации Продовольственной программы потребуются сооружения в короткие сроки и на высоком техническом уровне сельскохозяйственных объектов различного назначения. В связи с этим немаловажное значение имеет, в частности, оперативное определение свойств и качества строительных материалов. Продовольственная программа предусматривает вовлечение в сельскохозяйственное производство новых угодий и территорий, поэтому определение свойств материалов на строительных площадках, удаленных от производственной базы, становится первоочередным условием строек.

Приведенные в пособии методы контроля качества и свойств строительных материалов, обычно называемые полевыми, т. е. выполняемыми не в стационарных и передвижных лабораториях, могут существенно помочь строителям при оперативном и непрерывном контроле качества материалов. Это возможно в том случае, если весь персонал на строительной площадке будет знаком с рекомендуемыми ускоренными и упрощенными методами контроля.

К сожалению, имеющаяся по таким методам литература давно стала библиографической редкостью. Кроме того, строительная наука в последние годы разработала ряд новых методов контроля качества материалов в полевых условиях, которые и предлагаются читателю. Книга может быть полезна также и работникам строительных лабораторий, которым нередко приходится применять подобные методы при недостаточном оснащении своей лабораторной базы или при срочном определении качества строительных материалов.

В пособии все единицы измерения даны в системе СИ в соответствии с СТ СЭВ 1052—78. Однако во всех случаях, когда единица измерения по тексту встречается впервые, дается сноска или дополнение с переводом ее в систему МКС, так как она может указываться в некоторых ГОСТах, а также потому, что на практике может возникнуть в этом необходимость.

Авторы выражают искреннюю признательность рецензентам *М. Ю. Лецинскому* и *Л. Н. Попову* за замечания по улучшению содержания книги.

ГЛАВА I. ПРИРОДНЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Виды каменных материалов

С практической точки зрения все породы удобно разбить на две группы — прочные и малопрочные. Прочные породы характеризуют высокая твердость, как правило, крупно- и среднезернистое строение, малое водопоглощение в невыветренном состоянии и т. п., а малопрочные — незначительная прочность и более высокое водопоглощение.

Твердость при полевом определении вида каменной породы наиболее удобно измерять по относительной шкале Мооса с помощью некоторых минералов или подручных средств, пользуясь данными табл. 1. Строение является важным элементом при оп-

Таблица 1

Породообразующие минералы	Балл шкалы Мооса	Подручные материалы
Каолин	1	Грифель мягкого карандаша 2М — 3М
Тальк	1	
Гипс	2	Ноготь человека
Слюда	1,5—2,5	
Каменная соль	2,5	
Кальцит (мрамор)	3	1, 2, 3 и 5-копечные монеты 10, 15, 20-копечные монеты
Плавленый шпат	4	
Апатит	5	Стекло оконное
Роговая обманка	5	
Пирит	5,5—6	Стальной нож среднего качества
Полевые шпаты	6	
Кварц	7	Напильник, стальная игла
Корунд	9	
Алмаз	10	Стекло рез обыкновенный » алмазный

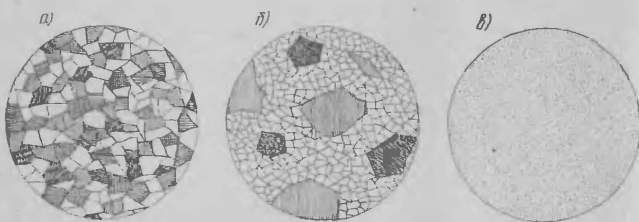


Рис. 1. Схемы строения горных пород

а — зернисто-кристаллическое, гранитное; б — зернисто-кристаллическое, порфировидное; в — аморфное и скрытокристаллическое

Таблица 2

Порода	Структура и ее сложение	Наиболее распространенный цвет	Твердость по шкале Мооса, T и плотность $\rho_{\text{ср}}$, кг/м ³ (г/см^3)
--------	-------------------------	--------------------------------	--

А. Прочные и твердые породы

Гранит	Крупно- и среднезернистая структура с видимыми частицами слюды; сложение массивное	Серый, иногда желтоватый или красноватый	$T=6-7$; $\rho_{\text{ср}}=2600$ (2,6)
Сиенит	Среднезернистая структура; сложение слоистое	Темно-зеленый, реже — серовато-красный	$T \approx 6$; $\rho_{\text{ср}}=2800$ (2,8)
Диорит	Средне- и мелкозернистая структура; сложение массивное	От темно-зеленого до черного-зеленого	$T \approx 6$; $\rho_{\text{ср}}=2800$ (2,8)
Андезит	Мелкозернистая структура с включениями вулканического стекла; сложение массивное	Зеленовато-серо-розовый	$T=6-7$; $\rho_{\text{ср}}=2200$ (2,2)
Габбро	Мелкозернистая структура; сложение массивное	От оливкового до коричневого	$T \approx 6$; $\rho_{\text{ср}}=3100$ (3,1)
Гнейс	Средне- и мелкозернистая структура; сложение ярко выраженной слоистой с тонкими прожилками (прослойками)	Серый с красноватым или зеленоватым оттенком	$T=5-6$; $\rho_{\text{ср}}=2600$ (2,6)
Базальт	Очень мелкозернистая структура; сложение массивное	Черный с сероватым тусклым отливом	$T=7-8$; $\rho_{\text{ср}}=3000$ (3)
Диабаз	Мелкозернистая структура; сложение массивное	Темно-серый, может быть зеленовато-серым	$T \approx 6$; $\rho_{\text{ср}}=3000$ (3)
Порфиры	Скрытокристаллическая или стекловидная структура с вкраплениями средних и крупных зерен; сложение массивное	Красноватые и зеленоватые зерна на сером фоне	$T \approx 6$; $\rho_{\text{ср}}=2600$ (2,6)
Кварциты	Мелкозернистая структура; сложение массивное	Белый, серый, реже — желтоватый и красноватый	$T \approx 7$; $\rho_{\text{ср}}=2600$ (2,6)

Б. Менее прочные и менее твердые породы

Песчаники	Равномерная мелкозернистая структура; сложение пластовое	Серый с желтоватым или красноватым оттенком	Кремнистые $T \approx 6$, железистые $T \approx 5$, известковые $T \approx 4$; $\rho_{\text{ср}}=2400-2600$ (2,4—2,6)
-----------	--	---	--

Продолжение табл. 2

Порода	Структура и ее сложение	Наиболее распространенный цвет	Твердость по шкале Мооса, T и плотность $\rho_{\text{ср}}$, кг/м ³ (г/см ³)
Известняки плотные	Землистая аморфно-кристаллическая структура; сложение чаще слоистое, бывают загрязнены включениями глины	Серый с кремоватым, желто-затым или оранжеватым оттенками	$T=3-5$; $\rho_{\text{ср}}=2400-2600$ (2,4—2,6)
Известняки рыхлые	Аморфно-кристаллическая пористая (иногда ноздреватая) структура; сложение слоистое	Серый или белый с желтоватым оттенком	$T=2-3$; $\rho_{\text{ср}}=1300-1800$ (1,3—1,8)
Доломиты	Среднезернистая структура; сложение чаще пластовое, но бывает и массивное	Серый с прожилками	$T \approx 4$; $\rho_{\text{ср}}=2600$ (2,8)
Сланцы	Чаще аморфная, реже мелкозернистая структура; сложение тонкослоистое, слои легко отделяются друг от друга	Чаще черный, темно-зеленый или бурый	$T=2-3$; (кремнистые до $T=5-6$); $\rho_{\text{ср}}=2600-2700$ (2,6—2,7)
Мраморы	Мелкозернистая структура; сложение массивное	Разнообразный, но обязательно с узорами, прожилками и	$T \approx 4$; $\rho_{\text{ср}}=2600-2900$ (2,6—2,9)

Примечание. Крупнозернистое строение — частицы более 5 мм, среднезернистое — частицы 1—5 мм, мелкозернистое — частицы менее 1 мм, аморфное строение — частицы практически не видны.

ределении (идентификации) вида породы. Здесь может помочь определение характера зернистости с помощью схем (рис. 1). Помимо перечисленных признаков при определении породы обычно используют также цвет, сложение (слоистое, массивное и т. п.) и среднюю плотность¹.

Существенно могут помочь при идентификации, особенно осадочных пород, химические методы распознавания. Например, с помощью соляной кислоты хорошо распознаются известняки, доломиты и мрамор, так как при ее действии поверхность этих пород «вскипает» в результате химической реакции.

Средняя плотность породы — важный показатель не только породы, но и ее прочности.

¹ Здесь и далее вместо объемной массы употребляется рекомендованный комиссией СЭВ термин «средняя плотность» (кроме оговоренных специально случаев).

Все перечисленные выше свойства применительно к основным видам каменных пород приведены в табл. 2. Сопоставляя полученные данные с характеристиками этой таблицы, можно при определенном навыке довольно точно определять различные виды природных каменных материалов. При этом все характеристики даны для прочных, невыветрелых пород.

2. Плотность

Для определения средней плотности нужно иметь весы с разновесами и надо уметь измерить объем образца неправильной формы. Наиболее просто определяется средняя плотность материала, если имеется под рукой градуированный мерный цилиндр. Тогда, налив в него примерно 200—300 см³ воды (лучше брать цилиндр на 500 см³—0,5 л), опускают в него один или несколько кусков каменного материала и по вытесненному количеству воды определяют их объем. После этого, поделив их массу в г на полученный объем в см³, вычисляют среднюю плотность испытуемого материала в г/см³ ($\rho_{\text{ср}}$).

Однако этот способ определения пригоден в таком виде только для плотных каменных пород, у которых водопоглощение незначительное (максимум до 2%). При водопоглощении до 5% желательнее, сначала взвесив сухой образец, поместить его в воду до полного насыщения. После этого можно определять его среднюю плотность описанным выше методом. Полным считается такое насыщение, когда приращение веса в результате водопоглощения приостанавливается. Образцы камня с высокой открытой пористостью полагаются перед определением их объема парафинировать. В условиях строительства более удобно окунуть куски пористого камня в расплав битума. Взвешивание камня при этом производится как в исходном состоянии, так и после покрытия битумом. Объем битума легко учитывается, так как его плотность равна примерно 1.

Следует иметь в виду, что пористые камни (туфы, некоторые известняки) обычно бывают малопрочными и легко обрабатываются. Поэтому из них можно с помощью обыкновенной ножовки по металлу изготовить образец правильной формы (куб или балочку), после чего, измерив грани, вычислить его объем.

При отсутствии мерного цилиндра большого объема для определения вытесненной воды берут любой цилиндрический сосуд (металлический), пробивают гвоздем на расстоянии 5—6 см от верха отверстие в его стенке и вставляют в это отверстие трубочку, которую можно сделать из свернутой пленки. Такую трубочку желательнее укрепить с помощью пластилина. Если таким объемом пользуются часто, трубочку делают из стали или латуни и припаивают ее к цилиндру [7, 9]. Схема такого объемомера по-

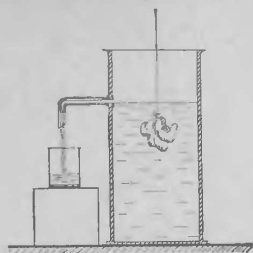


Рис. 2. Определение объема материала с помощью простейшего объеммера

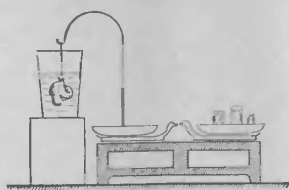


Рис. 3. Гидростатическое взвешивание на обычных весах с помощью несложного приспособления

казана на рис. 2. При определении объема образца неправильной формы можно обойтись без мерной посуды. В этом случае применяют гидростатическое взвешивание, основанное на законе Архимеда [7] (см. схему на рис. 3).

Объем образца камня, см^3 , определяют как разность масс камня в воздухе и в воде, отнесенную к плотности воды, т. е. к 1; вычисления производят по формуле

$$V = (G_1 - G_2) / \rho_{\text{в}},$$

где V — объем образца, см^3 ; G_1 — масса образца на воздухе, г; G_2 — масса образца в воде, г; $\rho_{\text{в}}$ — плотность воды, $\text{г}/\text{см}^3$ ($\rho_{\text{в}} = 1$).

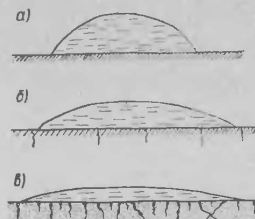
3. Водопоглощение

Для определения стандартного водопоглощения материал насыщают водой в течение 24 ч. Однако в полевых условиях такой метод достаточно длителен, поэтому целесообразнее пользоваться ускоренным (упрощенным) методом определения влажности. Наш опыт показывает, что о водопоглощении породы можно судить по скорости впитывания ею капли воды или чернил (чернила можно не капать, а провести жирную черту). Определения по этому методу показаны на рис. 4. Камни, предназначенные для использования в качестве щебня в высокопрочных бетонах, для дорожных покрытий, цоколей зданий, кладки фундаментов и т. п., почти не впитывают воду (рис. 4, а). В случае растекания капли по схеме рис. 4, б, камень может использоваться для бетонов средних марок, неответственных дорожных покрытий, фундаментов малоэтажных зданий и т. п. Порода, на образце которой капля или черта быстро расплывается (быстро впитывается — см. рис. 4, в), годится только на подготовку под полы, отмостку и т. п.

При определении водопоглощения следует обращать внимание на запах влажного образца: если при большом водопоглощении

Рис. 4. Определение водопоглощения породы при помощи капли воды

а — водопоглощение до 3% — капля практически не впитывается; б — водопоглощение 5–8% — капля частично впитывается; в — водопоглощение $\geq 10\%$ — капля быстро впитывается



образцы издают запах глины, они являются слабыми. С помощью подкрашенной воды (раствора марганцовокислого калия) можно определить слоистость и трещиноватость породы, если она не определяется визуально. Однако для этого необходимо выдерживать образцы камня в такой воде не менее 1 сут [8]. Водопоглощение — показатель степени выветрелости и морозостойкости породы.

4. Морозостойкость

О морозостойкости породы можно судить по внешнему виду и по ее водопоглощению. Чем тверже порода и чем больше она содержит кварца, кремния и других твердых минералов, тем она более устойчива к атмосферным и температурным воздействиям. Повышенное содержание слюды говорит о недостаточной морозостойкости каменной породы. Нежелательно с точки зрения морозостойкости присутствие в породе пирита — серного или железного колчедана. Его кристаллы имеют кубическую форму и латуино-желтый цвет. При воздействии соляной кислоты пирит выделяет сероводород.

Внешние признаки, характеризующие пониженную морозостойкость: наличие трещин с равными, зазубренными краями; неоднородное крупнозернистое строение; наличие бурых пятен на поверхности (характерно для таких пород, как диориты, габбро и базальты), несвежий излом и тусклый блеск кристаллов на образцах; поверхностное шелушение, расслаивание и наличие рыхлых включений (характерно для известняков). В карьерах выветрелость всех горных пород характеризуется мощностью слоя щебня, полученного естественным путем: чем слой меньше, тем свежее порода и тем выше ее морозостойкость.

Высокое водопоглощение (более 5–6%) также указывает на пониженную морозостойкость из-за наличия трещин в породе. О морозостойкости можно судить и по прочности камня. Косвенно о морозостойкости можно судить по результатам высушивания на электрической плитке или на солнце насыщенного водой камня: если при этом он растрескается, то порода неустойчива к атмосферным воздействиям, т. е. она неморозостойка.

При необходимости ускоренного определения морозостойкости породы поступают следующим образом. Берут примерно 10 кусков породы массой около 100 г каждый, помещают их на 1 сут в насыщенный раствор сернокислого натрия, после чего вынимают и сушат примерно 4 ч при 100—110°C, затем охлаждают до комнатной температуры и вновь погружают в раствор сернокислого натрия на 4 ч. Такой цикл насыщения и высушивания повторяют пять раз. После этого образцы промывают водой, высушивают и осматривают. Если видимых повреждений не обнаружено, то породе можно считать морозостойкой. При этом пять циклов таких испытаний принято приравнять к 25 циклам стандартных испытаний [8]. Для получения насыщенного раствора сернокислого натрия берут 300 г безводного сернокислого натрия, растворяют его в 1 л подогретой воды, охлаждают полученный раствор до комнатной температуры и дают отстояться в течение 2 сут.

5. Прочность

Прочность — один из основных показателей качества природных каменных материалов. Большой прочностью (100—350 МПа)* обладают изверженные породы — граниты, диабазы, базальты; меньшей прочностью (100—200 МПа) обладают осадочные породы — известняки, доломиты, песчаники, кварциты и др.

Один из показателей прочности камня — твердость. В полевых условиях ее определяют по шкале Мооса (см. табл. 1). В том случае, когда минералы этой шкалы отсутствуют, можно воспользоваться стальной иглой, которой чертят (царапают) породу. Твердость такой иглы принимают около 5 по шкале. На минералах твердостью выше 5 игла не оставляет следа, при твердости ниже 4 она оставляет рваную черту с зазубренными краями, а на минералах с твердостью ниже 3 стальная игла оставляет ровную глубокую черту. Горные породы, твердость которых 5 и выше, достаточно прочны и допускаются в строительстве. Породы с твердостью 3 и ниже без стандартных испытаний применять в строительстве не разрешается.

О прочности каменной породы можно судить по ее раскалыванию под ударом молотка или кувалды. Для пробы на прочность образец камня около 200 см³ (приблизительно к 6×6×6 см) одним-двумя ударами молотка или кувалды раскалывают в щебенку. Прочный камень расколется на 2—3 куса, а непрочный или ветрелый — на много мелких кусочков. При расколе песчаников замечают связь зерен с цементирующим веществом: если связь прочная, раскол происходит по зернам и цементу, а если нет —

* 1 МПа ≈ 10 кгс/см².

то разрушается цемент, а то время как зерна остаются целыми [9].

Прочность каменной породы при ударе молотком можно определить и по звуку. Для этого кусок породы кладут на ладонь и по нему наносят не очень сильный удар молотком. Плотный и прочный камень дает ощущение упругого удара и издает звонкий звук, причем после удара молоток от камня отскакивает. Неплотный, трещиноватый и непрочный камень при ударе издает глухой звук.

Водопоглощение также может характеризовать прочность камня. Если образец каменной породы имеет большое водопоглощение и это поглощение происходит быстро (см. выше), это значит, что структура образца нарушена и порода имеет повышенную пористость. Существует определенная связь между водопоглощением и прочностью природных каменных материалов. Для гранитов и известняков она дана в табл. 3.

Таблица 3

Граниты		Известняки и доломиты	
водопоглощение, %	предел прочности на сжатие, МПа	водопоглощение, %	предел прочности на сжатие, МПа
0,2	≥ 120	0,5	~ 200
0,4	90—110	1	170—200
0,6	70—90	2	130—170
0,8	60—70	3	100—130
1	50—60	4	70—100
1	≤ 50	5	50—70
		6	< 50
		7—8	< 15

Средняя плотность в некоторых случаях также может быть связана с прочностью. Так, прочность известняков повышается с увеличением их плотности [8]. Пользуясь данными табл. 4, можно ориентировочно определить предел прочности на сжатие разных известняков.

Таблица 4

Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности на сжатие (МПа) для		Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности на сжатие (МПа) для	
	однородного плотного известняка	неоднородного известняка		однородного плотного известняка	неоднородного известняка
1900	—	10—20	2400	70—120	35—50
2000	40—50	15—25	2500	90—160	80—150
2200	45—70	25—35	2700	130—200	—

Наиболее достоверно определяют прочность природных каменных материалов по сумме испытаний: пробами иглой, каплей во-

ды или чернил и по удару молотком в сочетании с внешним осмотром. Полученные данные сверяют с данными табл. 2 и производят таким образом оценку горной породы.

ГЛАВА II. ИСКУССТВЕННЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

1. Обыкновенные и пустотелые кирпичи. Керамические изделия

Глиняные кирпичи выпускают: обыкновенные — с плотным черепком, пустотелые (с различного рода пустотами, составляющими до 37% объема кирпича), и эффективные, имеющие менее плотный черепок за счет использования в массе различных выгорающих добавок. По способу изготовления различают кирпичи пластического формования и полусухого прессования. Их внешний вид отличается: кирпич пластического формования имеет более пористую и шершавую поверхность со следами формования и разрезания до обжига, кирпич полусухого прессования имеет более плотный черепок, ровные грани и ребра и, кроме того, чаще производится с пустотами (рис. 5). С пустотами выпускают также различные керамические камни. Эти пустоты необходимы для существенного облегчения массы камней, так как в соответствии с ГОСТ 530—80 для любого кирпича и камня она должна быть не более 4 кг в сухом состоянии.

Качество кирпича и его пригодность для того или иного вида работ определяют на основании внешнего осмотра, проверки размеров и правильности формы, а также определения водопоглощения, средней плотности (когда сохранился термин «объемная масса») и прочности. По прочности устанавливается марка кирпича.

Внешний осмотр и проверка размеров. Внешнему осмотру должны подвергаться 0,5% партии кирпича. Внешним осмотром устанавливается качество обжига, наличие искривлений и отбитостей, наличие и величина трещин. Нормально обожженный кирпич должен быть одинакового по всему объему цвета и при ударе по нему молотком он должен «звенеть». Если кирпич плохо обожжен (недожог), то он имеет более светлый оттенок цвета (при сравнении с эталоном) и при ударе молотком издает глухой звук. Пережженный кирпич (железняк) характеризуется очень плотной структурой, часто со следами частичного плавления, более темным цветом и высокой прочностью; как правило, он искривлен.

Величину искривлений кирпича определяют, приложив металлическую линейку (ГОСТ 427—75) или угольник (ГОСТ 12369—66) к плоскостям кирпича. Искривление граней ребер не должно превышать 3 мм (рис. 6).

Отклонение размеров проверяют также с помощью металлической линейки с точностью до 1 мм. Допускаемые отклонения должны составлять: по длине ± 4 мм для кирпичей пластического формования и ± 3 мм для кирпичей полусухого прессования; по ширине ± 3 мм и ± 2 мм соответственно; по толщине ± 3 мм и ± 2 мм для того и другого вида кирпича.

Кирпич должен иметь форму прямоугольного параллелепипеда и с ровными поверхностями. Отбитости ребер и углов допускаются до 15 мм и не более двух на кирпич. Допускается не более одной сквозной трещины на ложковой грани кирпича, причем ее глубина по постели не должна быть более 30 мм. Если трещин больше и их глубина больше, то кирпич относят к половняку.

Крупные включения в виде камешков и комочков извести не допускаются. Особенно вредна известь, получившаяся в результате разложения частиц известняка при обжиге: она гасится при взаимодействии с водой и разрушает при этом кирпич, увеличиваясь в объеме. Плохой внешний вид кирпича говорит о его низких строительных качествах.

Водопоглощение. Ускоренно водопоглощение может быть определено (после погружения кирпича в воду) кипячением в течение 4 ч. Взвешивать кирпич следует после остывания его до комнатной температуры в ванне с водой. Остужают кирпич постепенным доливанием в ванну воды комнатной температуры. Взвешивают после удаления капельной влаги с поверхностей кирпича путем промокания фильтровальной или газетной бумагой. Водопоглощение вычисляют по формуле

$$B = \frac{G_{\text{вл}} - G_{\text{сух}}}{G_{\text{сух}}} \cdot 100,$$

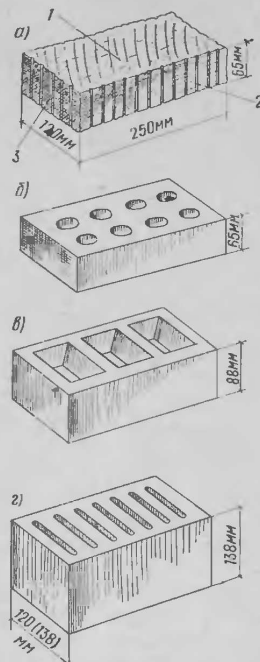


Рис. 5. Кирпичи обыкновенный и пустотелый

а — кирпич пластического формования: 1 — постель; 2 — ложок; 3 — тычек; б, в — кирпичи полусухого прессования: б — одинарный; в — модульный (полуторный); г — керамический 7-щелевой (пустотелый)

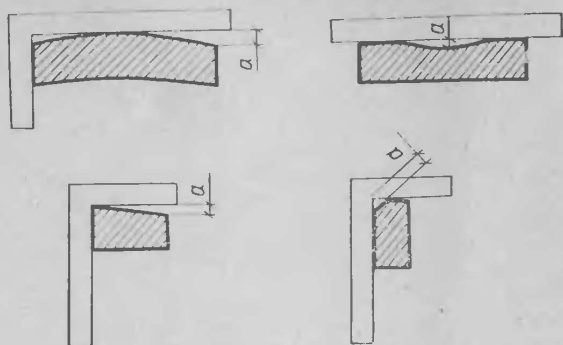


Рис. 6. Схема измерений дефектов кирпича (a — измеряемая величина)

где B — водопоглощение, %; $G_{\text{вл}}$ — масса кирпича в водонасыщенном состоянии, г; $G_{\text{сух}}$ — масса кирпича в сухом состоянии, г.

Водопоглощение кирпича пластического формования должно быть не менее 8% для низких марок (марки до 150) и $\geq 6\%$ для более высоких марок. На повышенное водопоглощение кирпича указывает увеличенное число на нем трещин, главным образом мелких, а также редких, но глубоких; кольцевых и S-образных трещин на постели. Слоистая структура кирпича также говорит о его повышенном водопоглощении и как результат о пониженной морозостойкости кирпича.

Ориентировочно о морозостойкости кирпича можно судить по коэффициенту морозостойкости, который определяется по результатам водопоглощения при комнатной температуре и при кипячении [8]. Кипячение производят в течение 4 ч. Вычисляют водопоглощение при кипячении по вышеприведенной зависимости, а коэффициент морозостойкости как частное от деления водопоглощения при комнатной температуре B_x на водопоглощение после кипячения (B_k)

$$K = B_x / B_k.$$

Кирпич считается морозостойким, если $K \leq 0,85$.

Средняя плотность. Это свойство кирпича может определяться одним из методов, описанных в п. 2 гл. I. Если есть весы, то определить массу просто. Объем кирпича вычисляют по результатам обмера. Поделив массу на объем, получают среднюю плотность кирпича в воздушно-сухом состоянии $\rho_{\text{ср}}$. Полученные таким образом данные сравнивают со средними данными для разных видов кирпича, приведенными в табл. 5. Таким образом, средняя плотность глиняного кирпича составляет: при пластическом

Таблица 5

Кирпич	Масса одного кирпича в сухом состоянии, кг	Средняя плотность кирпича, кг/м³
Глиняный обыкновенный:		
ручной формовки	3,25—3,55	1600—1750
пластического формования	3,45—3,75	1700—1850
полусухого прессования (сплошного, без пустот)	3,65—4	1800—2000
Тугоплавкий, огнеупорный (типа гжельского)	3,35—3,75	1650—1800

Примечание. Плотность недожженного кирпича на 50—100 кг/м³ меньше, а железняка (пережженного) на 100—200 кг/м³ больше, чем плотность кирпича нормального обжига.

формовании около 1800 кг/м³, при изготовлении полусухим способом 1900 кг/м³.

Прочность и марка кирпича. Прочность кирпича на сжатие и при изгибе определяют лабораторными испытаниями пяти образцов на каждый вид испытаний. На основании таких определений по ГОСТ 530—80 или ГОСТ 7484—78 устанавливают марку кирпича¹.

Наиболее простой способ определения прочности: кирпич поднимают на высоту человеческого роста (150—170 см) и, разжимая пальцы, позволяют ему упасть постелью на землю (не на бетонный или деревянный пол). Если кирпич расколется, его марка ниже 75. Такой кирпич не соответствует стандарту и не пригоден для строительства [9].

Трест Мосстрой разработал другой способ ориентировочного определения марки кирпича. Испытуемый кирпич кладут на две опоры-бруска, расположенные на расстоянии 20—21 см один от другого. На середину кирпича сбрасывают груз в 4—4,25 кг с разной высоты (в качестве груза можно использовать кирпич). Результаты такого испытания дают возможность примерно определить марку кирпича, пользуясь данными табл. 6 [9].

Таблица 6

Высота падения груза, см	5—6	10—12	16—18	24—26	40	Около 50
Марка кирпича (МПа×10)	75	100	125	150	200	300

¹ Пока не пересмотрены стандарты на кирпич, его марку определяют умножением результатов испытаний в МПа на 10.

Существует еще один (более грубый) способ определения марки кирпича: ударяют слесарным молотком массой 1 кг по постели кирпича. Удар наносят особым способом — молоток берут за рукоять в нижней ее части, локоть прижимают к туловищу у пояса, ударник молотка при этом касается плеча. В зависимости от того, как разбился кирпич от удара, определяют его марку (см. табл. 7).

Таблица 7

Результаты удара молотком	Примерная марка кирпича
Кирпич разбивается на куски средней величины от одного удара	Ниже 75 — брак
Кирпич разрушается на мелкие куски от двух-трех ударов	75—100
Кирпич искрит и от него отбиваются мелкие лешадки при скользящих ударах	125 и выше

2. Кирпичи и силикатные камни

Размеры и вид наиболее распространенных силикатных изделий показаны на рис. 7. По стандарту масса одного изделия (кирпича или камня) не должна превышать 4,3 кг. Это достигается путем использования эффективных (облегченных) составов, а также цилиндрических пустот. Для силикатных кирпичей и камней отклонения в размерах допускаются такие же, как и для глиняных кирпичей. Требования к внешнему виду также аналогичны. Кирпич по цвету должен быть однородным и не содержать посторонних включений (кусочков глины, камешков и т. п.), трещины на силикатных кирпичях не допускаются.

Водопоглощение плотного силикатного кирпича должно составлять не менее 6% массы сухого кирпича. Его нельзя применять ниже уровня пола первого этажа, в саунах и других местах, подвергаемых постоянному увлажнению. Средняя плотность рядового силикатного кирпича, как правило, выше, чем средняя плотность глиняного: 1800—1900 кг/м³ (только эффективных кирпичей — 1300—1600 кг/м³). Масса одного сухого одинарного силикатного кирпича 3,75 кг.

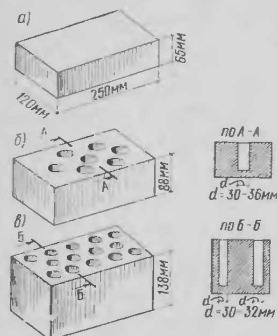


Рис. 7. Кирпич и силикатный камень
а — одинарный полнотелый кирпич;
б — кирпич полнотелый с семью пустотами; в — камень с 14 пустотами

Прочность, а следовательно, и марку кирпича определяют одним из вышеприведенных для глиняных кирпичей способов упрощенной оценки. Стандарт (ГОСТ 379—79) устанавливает марки силикатного кирпича такие же, как и глиняного, 75—300.

3. Керамические плитки

Плитки для полов (ГОСТ 6787—80) бывают квадратными, прямоугольными, шестигранными, восьмигранными и треугольными. Размеры квадратных плиток 50×50, 80×80, 100×100 и 150×150 мм, прямоугольных 100×49, 120×59 и 150×74 мм. Максимальная толщина 13 мм, минимальная 10 мм. По внешнему виду различают три сорта плиток — I, II и III, причем III сорт поставляется только по согласию с потребителем.

Облицовочные плитки выпускаются для внутренних стен (ГОСТ 6141—76) и для фасадов (ГОСТ 13996—77). Они чаще всего бывают прямоугольными и квадратными, но выпускаются также фигурными (для внутренней облицовки) и модульными (для наружной облицовки). Все плитки для внутренней облицовки имеют единую толщину 6 мм, а для наружной от 4 до 10 мм, в зависимости от размеров. Плитки могут поставляться в коврах, т. е. наклеенными на оберточную бумагу. Одиночные плитки должны прибывать на строительство в деревянных реечных ящиках, в картонных коробках, в бумажных или полиэтиленовых мешках. Плитки для полов, кроме того, могут поступать и в пачках, обвязанных шпагатом либо стальной проволокой.

Легче всего определить качество плиток по соответствию их размеров стандарту, внешнему виду и водопоглощению, так как именно оно характеризует морозостойкость плиток, используемых для облицовки фасадов и цоколей. Предельные отклонения должны составлять по длинной стороне ±2 мм, а по толщине макс. ±1,5 мм и мин. ±0,5 мм. Замеры производятся штангенциркулем (ГОСТ 166—73).

По внешнему виду качество плиток определяется правильностью их формы, четкостью граней и углов, наличием выпуклостей, выбоин, зазубрин и шербагин. Оценка качества производится осмотром не менее 50 плиток. На плитках I сорта дефекты практически не допускаются. Лицевая поверхность не должна иметь отслоений и пузырьков, особенно важно качество лицевой поверхности облицовочных глазурованных плиток: на них не должно быть наплывов и волнистости глазури, не покрытых глазурью мест (слепошей и плеши), темных точек (мушек) и лопнувших пузырьков глазури (признаков «вскипания»). Заметных и скрытых трещин не должно быть. Скрытые трещины могут быть обнаружены дребезжанием при легком постукивании. Плитки, предназначенные для облицовки одного помещения (стены), должны быть од-

нотонными по цвету. Однотонность легко проверяют путем раскладки плиток на большом щите или на ровной поверхности и осмотром их на расстоянии 1–2 м при использовании их в небольших помещениях или на расстоянии 8–10 м при использовании в больших помещениях общественного назначения.

Водопоглощение керамических плиток для пола не должно превышать 4% по массе, а всех других — 8–10% по массе. Определить его можно одним из описанных в п. 3 гл. I методов. Наиболее просто водопоглощение определяется методом кипячения. По действующим стандартам кипятить облицовочные плитки для внутренних работ необходимо 1 ч, для облицовки фасадов — 30 мин, а литые — 15 мин. Плитки хранят в положении на «ребро». Обычно плитка поступает на строительство в упаковке. Ее складывают в штабель, высота которого не должна превышать 1 м, а для ковров — 75 см. Если плитка поступила россыпью, что наблюдается нередко, то ее необходимо сложить с учетом сказанного выше, а также руководствуясь следующими правилами: фасадную и цокольную плитку складывают попарно лицевой стороной друг к другу; при использовании мягкой подстилки (войлока, шлаковаты и т. п.) высоту штабеля можно увеличить до 1,5 м.

4. Глиняная черепица

Качество черепицы (ОСТ 21–32–77) определяют в первую очередь при внешнем осмотре: искривления должны быть не более 3 мм; отбитости допускаются только на перекрываемой стороне на участке до 50 мм и глубиной до 10 мм; трещины не допускаются, их легко проверить легким постукиванием молотка, при этом не должно возникать дребезжащего звука; все виды пазовой черепицы должны иметь ушко, а ленточной — отверстие; поверхность черепицы должна быть гладкой, грани ровными; окраска однотонной. Качество черепицы устанавливают также и по размерам — максимальные отклонения допускаются от +22 до –6 мм по длине и от +8 до –4 мм по ширине.

Важный показатель черепицы — ее водонепроницаемость. В полевых условиях можно воспользоваться стандартным методом: прикрепить к черепице прозрачную трубку (например, стеклянную) длиной 150–200 мм и диаметром 25 мм, налить в нее воды до уровня 150 мм и выдержать в таких условиях 3 ч. Если на обратной стороне не появятся капли просочившейся воды, то считается, что черепица выдержала испытания. Трубку крепят пластилином. Водопоглощение и морозостойкость черепицы определяют способами, описанными в пп. 3, 4 гл. I. Для пазовой штампованной, пазовой ленточной и S-образной ленточной черепицы масса не должна быть более 50 кг/м²; для плоской ленточной не

более 60 кг/м², для мушкетерной не более 74 кг/м² и коньковой не более 10 кг/м (в водонасыщенном состоянии).

Испытание черепицы на механическую прочность в полевых условиях можно при необходимости произвести следующим образом [8]. Сухую черепицу кладут на две опоры из деревянных брусков шириной 5–8 мм с закругленными углами или на опоры из

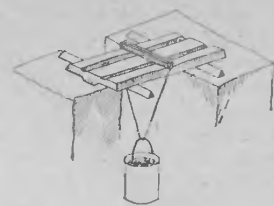


Рис. 8. Схема испытания черепицы на изгиб (часть ближней опоры условно удалена)

отрезков стальных труб диаметром 20–30 мм; опоры должны быть длиннее черепицы. Пролет (расстояние между опорами) принимают в зависимости от вида черепицы: для всех видов пазовой черепицы 200–220 мм, для ленточной плоской — 160–180 мм и для черепицы остальных видов — 300 мм. Посередине черепицы располагают третий брусок (трубу), на который накладывают веревку, как показано на рис. 8; к веревке подвешивают устройство для нагружения. Черепица должна выдержать следующие усилия: S-образная и мушкетерная — не менее 1,5 кН (1Н=0,1 кгс), пазовая штампованная — не менее 0,9 кН и все остальные виды — не менее 0,8 кН. Качественно это свойство можно оценить, если на черепицу, положенную на две опоры по вышеописанной схеме, встанет человек среднего роста в одежде (~0,8–0,9 кН). Становиться на черепицу нужно осторожно, не резко. Хорошая черепица при этом не должна разрушаться.

Хранить черепицу нужно в положении «на ребро» по длине, причем не более чем по пяти рядам и штабеле, с прокладкой между рядами из тонких досок, дражки и т. п.

5. Керамические трубы

Проверка качества керамических труб (ГОСТ 286–74, ГОСТ 8411–62) также начинается с внешнего осмотра: они должны быть равномерно обожжены, не иметь трещин, короблений, дутиков, механических повреждений; толщина их стенок должна быть одинаковой; при легком постукивании трубы должны издавать чистый, недребезжащий звук.

Важный показатель труб — их водонепроницаемость. Этот показатель в полевых условиях может быть определен простым способом. Один конец трубы закрывают пробкой из бетона или раствора с высоким содержанием цемента (так называемый «жирный» состав). Толщина такой пробки должна быть около 5 см. После затвердевания бетона или раствора труба готова к испытанию на водонепроницаемость. Срок твердения бетонной или растворной

пробки на обычном портландцементе должен быть не менее 7 сут при комнатной температуре. Чтобы ускорить испытания, лучше использовать глиноземистый цемент, который набирает необходимую прочность через 1 сут [8]. Трубу ставят вертикально пробкой вниз и заливают водой на 2 сут (48 ч). По истечении этого срока на трубе хорошего качества не должно быть пятен, капель, а также других признаков просачивания воды. В противном случае труба бракуется. Обычно в целях проверки испытывают не менее трех труб.

6. Изделия из асбестоцемента

Из асбестоцемента изготавливают плоские и волнистые листы, детали к ним, трубы, вентиляционные короба и другие изделия. Широко применяются в строительстве волнистые листы (ГОСТ 378—76, ГОСТ 8423—75, ГОСТ 16233—77), плоские листы (ГОСТ 12124—75 и СТ СЭВ 827-77) и трубы различного назначения (ГОСТ 1839—72 и ГОСТ 539—73). Листовой асбестоцемент часто называют шифером.

Изделия из асбестоцемента должны по внешнему виду отвечать следующим требованиям: не иметь сквозных и поверхностных трещин, пробоин, наливов, сдиров и глубоких вмятин; они должны иметь прямые кромки, без неровностей и заусенцев; искривление плоскостей листов не должно превышать 3—4 мм на 1 м.

Волнистые листы выпускают обычными и усиленными. Средняя толщина первых 5,5 мм, вторых 8 мм; высота волны соответственно 26—30 мм и 50 мм. Размер обычных листов $1,2 \times 0,69$ м, а усиленных — $2,8 \times 1$. Плоские листы выпускают толщиной 4, 5 и 6 мм при длине 2 и 2,5 м и 8, 10 и 12 мм при длине 3—3,6 м. Предел прочности при изгибе асбестоцементных изделий составляет 16—25 МПа. Все асбестоцементные изделия хрупки: их ударная вязкость не превышает $2,6 \text{ кДж/м}^2 = 2,6 \text{ кгс} \cdot \text{см/см}^2$.

При определении качества асбестоцементных изделий можно успешно использовать вышеизложенные методы определения качества керамических материалов.

Прочность листового асбестоцемента в полевых условиях можно определять, используя стандарт-

ные схемы (ГОСТ 8747—73 и СТ СЭВ 827-77). Наиболее приемлемые схемы определения прочности асбестоцементных листов даны на рис. 9. В зависимости от высоты волны устанавливают груз 1,25—2 кН, который должен выдержать листы без разрушения в течение 5 сек (рис. 9, а). При использовании штампа 100×100 мм груз должен составлять 2 кН для усиленных кровельных листов и 1,5 кН для стеновых. Хранить листы можно в стопах, в которых должно их быть не более 160 шт.

ГЛАВА III. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ

К неорганическим вяжущим чаще других используемым в строительстве, относят все виды цементов, известь, гипс и растворимое (жидкое) стекло. Большинство из этих веществ — порошки белого или серого цвета.

1. Определение вида вяжущего

Порошки белого цвета. Белого цвета могут быть мел, молотый известняк, известь, гипс и белый портландцемент. Для определения вида тонкомолотого белого вещества (порошка) необходимо иметь простейшие реактивы — спиртовой раствор фенолфталеина, водный раствор соляной кислоты. Все пробы желательно производить в пробирках, а реактивы приливать к порошкам с помощью пипеток или простейших капельниц. Пробы отбирают стандартными методами применительно к каждому виду вяжущего.

Среднюю пробу, составляющую 2—3 кг белого порошка, помещают в стеклянную банку с притертой пробкой, где она хранится в течение всего периода опытов. Для определения вида порошка из этой банки высыпают в 2—3 пробирки или подобные сосуды по 2—3 см³ вещества. Затем в пробирку с веществом наливают 2—3 см³ воды и все вместе взбалтывают. После этого в одну пробирку добавляют с помощью пипетки или капельницы раствор фенолфталеина, а в другую раствор соляной кислоты. В зависимости от реакции приходят к первоначальному выводу. В том случае, когда реакция в реактиве не является определяющей, проверяют способность порошка схватываться и твердеть. В этом случае после взбалтывания порошка в пробирке с водой и выдержки после этого в течение ~10 мин сливают лишнюю воду и наблюдают за содержимым еще в течение ~20 мин. Именно за это время выявляется способность вещества твердеть. Полученные таким путем результаты сравнивают с данными табл. 8.

Порошки серого цвета. Серые порошки различных оттенков пред-

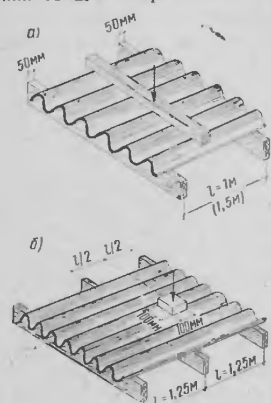


Рис. 9. Схемы нагружения волнистых асбестоцементных листов
а — однопролетная; б — двухпролетная

Таблица 8

Используемые реактивы, определяемые характеристики	Порошкообразный материал					
	мел	молотый известняк	молотая известняк-песчанка	известняк-песчанка	гипс	белый цемент
Раствор фенолфталеина	Окрашивания нет	Окрашивания нет	Малиновая окраска	Окрашивания нет	Окрашивания нет	Малиновая окраска
Раствор соляной кислоты	Бурная реакция с выделением газа	Реакции нет				
Вода	Образуется смесь с выпадением осадка	Образуется смесь с выпадением осадка	Бурная реакция с выделением паров воды	Образуется смесь с выпадением осадка	Образуется смесь с выпадением осадка	
Проба на схватывание и твердение	Схватывания и твердения не наблюдается	Схватывания и твердения не наблюдается	Образуется смесь с выпадением осадка	Образуется смесь с выпадением осадка	Схватывание через 5—10 мин, твердение не через 30 мин	Начало схватывания не ранее чем через 2 ч
Цвет	Чаше всего чисто белый	Белый, серый, желтоватый оттенок	Белый	Белый	Светло-серый, белый	Белый (не очень чистого оттенка)

ставляют собой, как правило, различные виды цементов. Серый цвет может иметь также и строительный гипс. Для определения вида цемента нужны те же реактивы, что и для определения (идентификации) известня, гипса и других порошков белого цвета. Кроме того, здесь пужны также раствор тяжелой жидкости — бромформа и магнит. Сначала поступают точно так же, как и при определении порошков белого цвета. Однако дополнительно используются еще и такие характеристики, как насыпная плотность (объемная масса) и нормальная густота теста, т. е. смеси порошка с водой в определенном соотношении. Кроме того, применяются проба на сероводород и определение сроков схватывания.

Пробу на гидрофобность производят следующим образом: 10—15 г цемента в виде слоя разравнивают на сухой поверхности и на него наносят несколько капель воды, если вода в течение 5 мин не впиталась, значит цемент гидрофобный [16]. Можно насыпать 2—3 г цемента в стакан с водой: обыкновенный портландцемент опускается через 5—8 мин на дно, а гидрофобный образует на поверхности воды слой из песмачивающихся частиц. Характерные признаки различных видов цемента даны в табл. 9.

С помощью тяжелой жидкости — бромформа, плотность которого $2,9 \text{ г/см}^3$, наиболее удобно определять пуццолановый портландцемент, так как в его составе присутствует гидравлическая добавка. Эта добавка имеет плотность ниже $2,9 \text{ г/см}^3$ и поэтому всплывает. Бромформ может быть использован многократно, так как он химически с цементом и его составляющими не взаимодействует. После каждой пробы его нужно отфильтровывать.

Пробу на сероводород, с помощью которой очень хорошо определяют портландцементы, осуществляют одним из следующих способов. Самый простой способ заключается в изготовлении так называемых лепешек из цементного теста (цемент с водой) и их пропаривании над кипящей водой в течение 30 мин. После этого лепешки вынимают. Они должны иметь темно-серый цвет с синими полосами и пятнами и издавать характерный запах сероводорода. Определить присутствие сероводорода при таких опытах можно, поместив на лепешки листок свинцовой реактивной бумаги, которая в присутствии сероводорода чернеет. Разрушение лепешки в результате пропаривания в данном случае может не быть результатом плохого качества цемента. Присутствие сероводорода можно определить также, смешав в фарфоровой или стеклянной посуде несколько граммов цемента с $2\text{—}3 \text{ см}^3$ 50%-ной соляной кислоты.

Насыпную плотность цементов в рыхлом состоянии определяют с помощью посуды, объем и массу которой заранее устанавливают. Если есть стандартная мерная посуда, то задача определения облегчается. Насыпают цемент в нее следующим образом: зачерпывают его совком или, в крайнем случае, листом

Таблица 9

Определяемые реакции и характеристики	Вид цемента			
	портландцемент	пудцолановый	шлакопортландцемент	гидрофобный портландцемент
Цвет	Серовато-зеленоватый разных оттенков	Серовато-серый или серовато-желтоватый	Сероватый с голубоватым оттенком	Светло-серый с бежеватым оттенком
Действие воды	Порошки с водой смешиваются			
Действие фенолфталеина	Немедленно после затворения водой окрашивается в малиновый цвет	Проясняется после окрашивания водой	Окрашивание после затворения водой	Окрашивания нет
Действие тяжелой жидкости (бромформ)	Оседает на дно	Цементные частицы оседают на дно, а добавка всплывает	Практически разделения нет. Частицы оседают на дно	
Действие магнита	Частицы к магниту не пристаут	Частицы к магниту пристают	Частичное приствание к магниту	Частицы порошка к магниту не притягиваются
Запах пропаренных образцов	Без запаха	Без запаха	Запах сероводорода	Без запаха
Насыпная плотность, г/см ³	1,2—1,4	0,9—1,1	1,1—1,3	1,2—1,3
Нормальная густота теста, %	21—27	30—40	23—32	24—30
				30—35

плотной бумаги и сыплот понемногу в мерную посуду (расстояние при этом от нижнего края совка или бумаги до верха посуды должно быть около 5 см); заполняют посуду таким образом, чтобы она была наполнена выше краев; после этого срезают излишки цемента ножом или линейкой. В завершение взвешивают посуду с цементом, вычитают массу посуды и, поделив полученную таким образом массу цемента на известный объем посуды, определяют насыпную плотность цемента в г/см³. Все перечисленные определения требуют наличия минимально оснащенной лаборатории.

2. Цементы

Нормальная густота цементного теста. Поскольку многие показатели цемента зависят от количества воды затворения, введен стандартный показатель — нормальная густота цементного теста, который выражается в %. Он определяет регламентированное количество воды в цементном тесте.

При первом способе [9] берут два мерных цилиндра или, если их нет, два стакана ~200 см³ каждый. На стенку одного стакана наклеивают снаружи полоску миллиметровой бумаги длиной, равной высоте стакана изнутри. На наклеенную таким образом полоску наносят деления, равные $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{16}$, $\frac{5}{16}$, $\frac{7}{16}$ и $\frac{1}{2}$ высоты стенки стакана.

Первоначально в этот стакан наливают воду до отметки $\frac{3}{8}$, что составляет примерно 75 см³. В другой стакан насыпают до верха пробу испытуемого цемента, уплотняя его легким постукиванием стакана о стол. Избыток цемента снимают ребром линейки или ножа. Масса цемента при этом будет равна $200 \times 1,4 \approx 280$ г. (1,4 — примерная насыпная масса цемента в г/см³). После этого цемент из стакана высыплют в эмалированную или стальную плоскую посуду емкостью 0,5 л и более и, постепенно добавляя к нему воду из первого стакана, энергично растирают цементное тесто стальной ложкой в течение 5—8 мин. Применять алюминиевую посуду и ложки не разрешается. Из полученного теста скатывают два шарика каждый диаметром около 4 см. Эти шарики кладут на стеклянные пластинки размером примерно 9×12 см (обычно используют старые фотографические пластинки) и легкими постукиваниями о стол заставляют шарики расплываться в лепешки диаметром ~7 см и высотой около 1 см. Обычно для этого достаточно бывает 15—20 встряхиваний. Если цементное тесто расплывается в лепешку таких размеров, количество воды подобрано правильно. В этом случае нормальная густота приблизительно равна $НГ = \frac{75}{280} = 0,27$, или 27%. Такое значение НГ соответствует НГ обычного портландцемента в соответствии с табл. 9.

В том случае, когда шарик из цементного теста растекается при

мешают снова в посуду, оснащенную так, как показано на рис. 11. Причем две лепешки должны находиться над водой, а две — в воде. Посуду ставят на газ (керосинку, примус и т. п.) и кипятят в ней воду в течение 4 ч. Через 1 сут после остывания посуды с лепешками их вынимают и осматривают. Кроме того, две лепешки необходимо поместить во влажные условия на 28 сут в качестве контрольных образцов. Цемент признается доброкачественным, если после таких испытаний на лицевой поверхности лепешек не окажется радиальных трещин, они не искривлены и не разрушены (рис. 12).

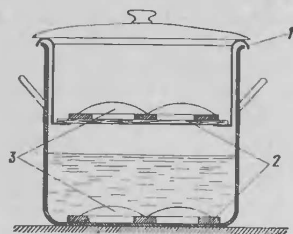


Рис. 11. Схема простейшего устройства для твердения стандартных лепешек из цементного теста
1 — проволочное приспособление для установки деревянной решетки; 2 — деревянные решетки; 3 — лепешки

Может быть использован также для определения качества цемента ускоренный метод Метро-строа. Изготавливают три шарика из цементного теста с дозой воды, составляющей 75% количества, необходимого для получения теста нормальной густоты. Шарик укладывают на крышку кастрюли с кипящей водой на 30 мин. Затем шарик укладывают на асбестовую сетку, помещенную на горящий примус или над газовой горелкой, и прокалывают их в течение 2 ч. Цемент признается доброкачественным, если цементные шарики не дали трещин и если при свободном падении на деревянный пол с высоты 2 м они не разбиваются.

Все испытания для определения качества цемента производят при температурах 15—20°C. В случае получения спорных и тем более отрицательных результатов необходимо обязательно произвести испытания строго в соответствии с ГОСТ 310—76

Определение марки цемента испытанием на изгиб лепешек из цементного теста (способ проф. Б. Г. Скрамтаева) [7, 8]. Испытаниям подвергают те цементные лепешки, которые прошли испытание на равномерность изменения объема. Рекомендуется испытывать 5 пропаренных цементных лепешек или лепешек в возрасте 28 сут. Испытания проводят с помощью приспособления, которое несложно изготовить в условиях обычной строительной площадки. Оно состоит из доски с прорезью 25×6 см и металлического хомута с крюком (рис. 13). Цементную лепешку кладут на края выреза в доске так, чтобы пролет лепешки составлял 6 см. На лепешку надевают хомут, к которому подвешивают ведро, нагружаемое обычно песком. Нагрузку увеличивают постепенно до разрушения лепешки. Прочность на излом подсчитывают по формуле

$$R_{изг} = 1,3 P / d h^2,$$

где $R_{изг}$ — прочность на излом, МПа; P — масса груза с ведром и хомутиком, кг; d — диаметр лепешки, см; h — толщина лепешки в середине, см.

Толщину и диаметр лепешки измеряют с точностью до 1 мм после испытания, что практически удобнее. По пяти результатам испытаний подсчитывают среднее значение; оно и является окончательным.

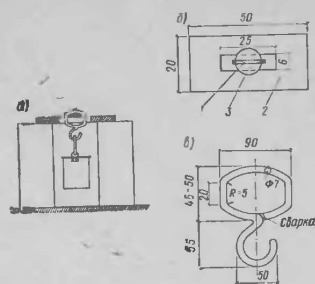


Рис. 13. Приспособление для ориентировочного определения марки цемента по испытаниям цементных лепешек на изгиб

а — схема испытаний; б — доска с прорезью толщиной ≥ 25 мм; в — хомут; г — доска с прорезью; д — лепешка; е — хомут с крюком

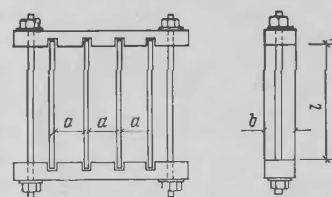


Рис. 14. Схема металлической формы для цементных балочек (а, б — размеры поперечного сечения балочек; в — длина балочек)

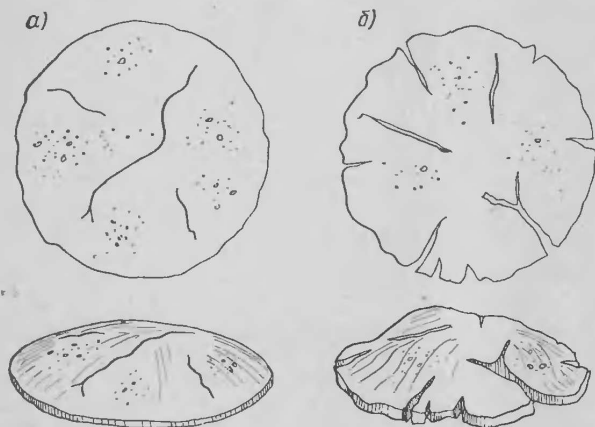


Рис. 12. Стандартные лепешки из цементного теста

а — выдержавшие испытание (видны трещины от усадки); б — не выдержавшие испытания

Таблица 11

Прочность лепешек на излом, МПа	5,5—6	7,0	8,5	10	12
Марка цемента по ГОСТ 10178—76 (начиная с М 400)	200	300	400	500	600

Примечания: 1. Марки цемента 200 и 300 могут быть в том случае, когда стандартные цементы теряют активность в результате длительного хранения в постройных условиях (более 2 мес). 2. При полевом испытании марку цемента 550 определить трудно, поэтому данные для нее не приведены.

тельным результатом. После этого марку цемента ориентировочно определяют по табл. 11.

Определение марки цемента испытанием на изгиб балочек из цементного теста [8]. Изготавливают шесть балочек размером $2 \times 2 \times 13$ см из цементного теста нормальной густоты. Метод их изготовления следующий: в форму (желательно металлическую, рис. 14) укладывают цементное тесто, уминают его и штыкуют ножом 10 раз; после этого форму 20—30 раз встряхивают легкими ударами о край стола, поверхность теста заглаживают смоченным в воде ножом; в таком виде балочки выдерживают 20 ч во влажных опилках, после чего форму помещают в бачок над кипящей водой для пропаривания в течение 4 ч. После остывания в бачке до комнатной температуры форму вынимают, раскрывают и балочки испытывают.

Испытания производят на простейшем устройстве, которое можно собрать в условиях любого строительства (рис. 15). Расстояние между опорами (обрезки уголка) должно быть 10,7 см. При этом условии предел прочности балочек на изгиб будет равен $2P$, где P — масса груза, приложенная посередине балочки и вызвавшая ее разрушение, кг. За результат испытания принимают среднюю величину из четырех наибольших. Полученная прочность при изгибе, умноженная на 4, соответствует примерной марке цемента.

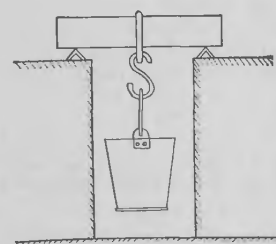


Рис. 15. Схема простейшего приспособления для испытания цементных балочек на изгиб

Определение марки цемента по результатам испытаний пропаренных стандартных образцов

(уточненный метод Б. Г. Скрамтасва, Г. И. Горчакова и Н. Д. Тагунцева) [7, 8]. Стандартными считаются образцы-балочки размером $4 \times 4 \times 16$ см, изготовленные из раствора состава 1:3 на стандартном (Вольском) песке с водоцементным отношением 0,4. Стандартный песок может быть заменен специально подготовленным естественным: для этого обычный песок просеивают и берут только фракцию, оставшуюся на сите с отверстиями 0,63 и прошедшую через сито отв. 1,25 мм; кроме того, он должен быть промыт и прокален на огне. Смесь сначала тщательно перемешивают вручную без воды, затем добавляют воду и перемешивают в течение 5 мин стальной ложкой. После этого массу укладывают в форму (их выпускают стандартными), уплотняют сначала послойно стальным пестиком с тупым концом диаметром 10—16 мм, а потом постукиванием формы о край стола (метод предусматривает отсутствие стандартной виброплощадки для уплотнения). Избыток раствора срезают ножом, образовавшуюся поверхность заглаживают тем же ножом.

Образцы в формах ставят под колпак, в котором для увлажнения находится также сосуд с водой, и выдерживают там в течение 24 ч. После этого балочки расформовывают и помещают в приспособление аналогичное тому, которое применялось для пропаривания стандартных лепешек. Пропаривают по следующему режиму: подъем температуры до 100°C 2 ч, пропаривание при 100°C 4 ч, остывание образцов 2 ч. Остывшие образцы испытывают с помощью приспособления, показанного на рис. 15, на изгиб и подсчитывают предел прочности при изгибе по формуле

$$R_{\text{изг}} = 0,15 P / l b h^2,$$

где $R_{\text{изг}}$ — предел прочности при изгибе, МПа; P — разрушающая нагрузка, Н; l — расстояние между опорами, равное 0,1 м; b , h — соответственно ширина и высота балки, м.

Чтобы установить марку цемента, полученный $R_{\text{изг}}$ умножают на переходной коэффициент, характеризующий отношение прочности при изгибе в 28-дневном возрасте к прочности при изгибе пропаренных образцов. Он колеблется для различных цементах от 1,2 до 1,7. В среднем для портландцементов его можно принимать 1,4—1,5. По этим данным можно судить о марке цемента, если сравнивать их с характеристиками, приведенными в табл. 12. Для получения более характерной величины, определяющей марку цемента — прочности на сжатие, полученную прочность при изгибе в 28-суточном возрасте умножают на следующие коэффициенты:

при изгибе	3,5—5 МПа	*	*	*	*	*	$K=6$,
то же,	5,5—6 »	*	*	*	*	*	$K=7$,
»	6—6,5 »	*	*	*	*	*	$K=8$,
»	6,5—7 »	*	*	*	*	*	$K=9$.

Таблица 12

Марка цемента по ГОСТ 10178-76	200	300	400	500	600
Предел прочности при изгибе через 28 сут, МПа, не менее	3,5	4,5	5,5	6	6,5
Предел прочности при сжатии через 28 сут, МПа, не менее	20	30	40	50	60

Примечания: 1. Марка 550 может быть определена интерполяцией. 2. Нестандартные марки 200 и 300 встречаются в практике (см. примеч. к табл. 11).

Вычисленная таким образом прочность на сжатие позволяет ориентировочно судить о марке цемента. Все опыты по определению марки цемента производят при температуре 15—20°C.

3. Воздушная строительная известь

Определение равномерности обжига (испытание на недожог). Для такого определения берут 5—10 крупных кусков негашеной извести, разбивают их ударом молотка пополам и рассматривают излом. Если в изломе кусок извести однородный и одноцветный, то он обожжен хорошо. При недожоге середина излома имеет более темный цвет, чем края. При наличии соляной кислоты недожог можно проверить, капнув 2—3 ее капли на излом. Хорошо обожженная известь при этом не дает «вскипания». Пережог извести тоже нежелателен. Он характеризуется наличием оплавленных, стекловидных участков на поверхности куска извести.

Определение скорости гашения. Из средней пробы (6 кг) отбирают 2—3 кг извести в кусках, каждый размером около 40 мм. Их помещают в ведро и заливают водой комнатной температуры, причем так, чтобы она только покрывала засыпанную в ведро известь. За скорость гашения принимают время, прошедшее от начала заливания извести водой до момента, когда куски извести начнут растрескиваться и распадаться. Известь считается быстрогасящейся, если гашение наступает ранее чем через 8 мин, среднегасящейся при гашении 8—25 мин и медленногасящейся при гашении более 25 мин (ГОСТ 9179-77).

Выход известкового теста. Ускоренное определение выхода известкового теста производят следующим образом [8]. 200 г извести в кусках, каждый размером около 2 см помещают в керамическую или оцинкованную посуду, объем которой легко измерить. Известь заливают водой так же, как при определении скорости гашения, и

кипятят 1 ч. Во время кипячения доливают горячую воду так, чтобы она все время покрывала тесто. По окончании кипячения продолжают нагревать тесто до получения трещин на его поверхности. Выход определяют измерением получившегося объема, который умножают на 5, так как он определяется в расчете на 1 кг. Ориентировочно известь I сорта дает выход теста более 2,4 л/кг, II сорта — 2—2,4 л/кг, III сорта — 1,6—2 л/кг.

Определение содержания непогасившихся зерен. Для этого обычно используют тесто, образовавшееся в результате проведения предыдущего опыта. Это тесто доводят до консистенции молока, выливают на мелкое сито (ячейки 0,6 мм) и промывают под слабой струей воды, не растирая оставшиеся комочки и зерна. Полученный таким образом остаток высушивают при 100—105°C, охлаждают и взвешивают. Полученная масса остатка в граммах, деленная на два, дает содержание непогасившихся зерен в извести. Ориентировочно кальцевая известь I сорта должна содержать 7% непогасившихся зерен, II сорта — 11%, III сорта — 14% (ГОСТ 9179-77).

Оценка качества извести по плотности известкового теста (способ В. Н. Новикова) [8]. Берут 3 кг известкового теста, приготовленного так, как было описано. Укладывают его в ведро высотой более 20 см, добавляют 0,5 л воды, тщательно смешивая ее с тестом. После этого в тесто медленно опускают конус СтройЦНИЛа (см. рис. 10), слегка его придерживая. Если конус опустился менее чем на 12 см, то добавляют еще воды, тщательно смешивая ее с тестом. Так делают до тех пор, пока конус не опустится на 12 см. Такое тесто называют тестом нормальной консистенции (по аналогии с цементным тестом). По плотности такого теста можно приближенно оценить сорт извести, пользуясь данными табл. 13. Для опреде-

Таблица 13

Плотность, кг/л (г/см³)	Сорт извести		Плотность, кг/л (г/см³)	Сорт извести	
	кальцевая	магнезиальная		кальцевая	магнезиальная
1,3	I	—	1,4	III	II
1,35	II	I	1,45	—	III

ления плотности теста используют сосуд (кружку, банку и т. п.) емкостью 1—3 л.

4. Строительный гипс

Определение сроков схватывания. От пробы гипса, предназначенной к испытанию, отбирают среднюю пробу массой около 1 кг. Ее смешивают с водой в таком количестве, которое обеспечивает стандартную консистенцию (нормальную густоту) гипсового теста. Определение производят чаще всего с помощью простейшего вискозиметра в виде полого цилиндра диаметром 50 мм и высотой

100 мм. В полевых условиях количество воды можно принять равным 50—60% массы гипса с таким расчетом, чтобы гипсовое тесто имело консистенцию жидкой сметаны.

Из получившегося таким образом гипсового теста отливают семь лепешек каждая диаметром около 8 см и толщиной около 1 см, причем это делают на стеклянных пластинах так же, как это описано для лепешек из цементного теста, но изготовление должно идти не дольше 8—10 с. Начало и конец схватывания определяют так же, как начало и конец схватывания цемента: надрезанием лепешек бритвой или ножом. Только надрезы делают через каждые полминуты. Начало схватывания должно наступить не ранее чем через 2 мин для быстротвердеющего гипса и не ранее чем через 6 мин для нормальнотвердеющего, а конец — не позднее 15 и 30 мин соответственно (ГОСТ 125—79).

Определение марки (прочности) гипса. Марка гипса устанавливается так же, как и марка цемента, по методу Б. Г. Скрятаева (см. п. 2 настоящей главы и рис. 13). Из шести изготовленных лепешек три хранят в течение 1 сут, а три лепешки через 2 ч после их изготовления подвергают постепенному высушиванию при температуре не выше 50°C до постоянной массы. Обычно этот процесс длится около 1 сут. Если нет времени ждать 1 сут, то можно провести испытания через 3—4 ч после изготовления без сушки. Испытывают лепешки с помощью устройства, показанного на рис. 13. Прочность лепешки на излом определяют по формуле

$$R_{\text{изл}} = 0,9 P / d h^2,$$

где $R_{\text{изл}}$ — прочность лепешки на излом (изгиб), МПа; P — масса груза вместе с ведром и хомутиком, кг; d , h — диаметр и толщина лепешки в месте излома, см.

Можно определить марку гипса по результатам испытаний стандартных балочек 4×4×16 см (если есть формы для них) с помощью приспособления, представленного на рис. 15. После испытаний полученные результаты сравнивают с данными табл. 14, составленной на основании характеристик ГОСТ 125—79. В строительстве применяются практически все марки гипса: марки Г-2—Г-7 рекомендуются для изделий; для штукатурных работ могут использоваться все выпускаемые марки гипса.

Таблица 14

Марка гипса	Г-2	Г-4	Г-6	Г-10	Г-16	Г-19	Г-22	Г-25
Прочность при изгибе, МПа, не менее	1,2	2	3	4,5	6	6,5	7	8

Примечание. Марки Г-3, Г-5, Г-7 и Г-13 могут быть определены интерполяцией. Высушенные образцы имеют прочность выше значений, приведенных в таблице.

5. Растворимое стекло

Растворимое (жидкое) стекло изготавливают по ГОСТ 13078—67.

Оценка по внешнему виду. Куски материала, называемые в не-растворенном виде силикат-глыбой, должны быть однородны, иметь желтоватый или слегка зеленоватый оттенок. В стекломассе должны отсутствовать включения песка и соды, характеризующие плохой провар состава материала.

Определение концентрации водного раствора. Концентрацию определяют путем опускания в раствор обычного ареометра или специального ареометра Боме. Доброкачественный раствор должен иметь показатели при комнатной температуре не ниже тех, которые приведены в табл. 15 [8].

Таблица 15

Плотность, г/см³	Градусы Боме	Модуль
1,41	42	2,8—3
1,485	47,9	2,5—2,6

ГЛАВА IV. ЗАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ БЕТОНОВ И РАСТВОРОВ

1. Качество природных заполнителей в зависимости от условий их залегания

В зависимости от условия залегания песок или гравий разделяют на речной, озерный, морской и горный. Такое деление имеет практическое значение, так как характер месторождения в основном определяет некоторые главнейшие показатели этих пород (табл. 16).

Таблица 16

Характер месторождения	Показатели качества			
	присутствие вредных минералов — слюды, пирита, гипса	наличие известняковых частиц, зерен, обломков ракушек и др.	загрязненность глинистыми частицами	характерная форма зерна
Речной	Часто встречаются	Встречаются	Незначительная	Округленная
Морской	Встречаются	Часто встречаются	Незначительная	Округленная и пластинчатая
Овражный (горный)	Часто встречаются	Редко встречаются	Значительная	Угловатая

Для более достоверного анализа заполнителей в полевых условиях желательно произвести также и приближенную минералогическую оценку с помощью обыкновенной лупы. При анализе песка кроме лупы потребуется лист черной (фотографической) бумаги, на котором рассыпают песок.

По минералогическому составу различают пески кварцевые, полевошпатовые и известняковые. Чаще всего встречаются и применяются кварцевые пески с примесью зерен полевого шпата.

Зерна кварца выглядят под лупой как прозрачные и полупрозрачные частицы со стекляннным блеском; зерна кремния как непрозрачные частицы желтоватые или желтые разных оттенков с раковистым изломом; зерна полевого шпата как светлые непрозрачные матовые частицы разных оттенков; частицы пирита имеют желто-золотистый цвет и металлический блеск, а также участки правильных граней и углов разрушенных кристаллов; слюда представляет собой легкие тонкие листочки белого, розоватого, желтоватого и черного цветов, имеющих матовый характерный блеск; частички известняка как белые и серые непрозрачные зерна стекляннного блеска, иногда с заметными следами спаяк; могут быть также частички глины, сланцев и др.

Методика приближенной оценки минералогического состава заключается в следующем. На стекле рассыпают песок тонким просеивающим слоем. В двух-трех местах очерчивают одинаковые квадратики или кружочки размером около 2 см² (величиной 3- или 20-копеечной монеты). Выделенные площади оставляют на стекле, а остальной песок осторожно удаляют. Затем стальной иглой или шилом отдельно на каждой площадке разделяют зернышки песка по минералогическим признакам, пользуясь вышеприведенными данными, а также теми данными, которые приведены в п. 1 гл. I. Разделенные зерна подсчитывают и определяют процентное содержание каждой разновидности относительно общего количества зерен. Для облегчения такого подсчета под стекло подкладывают миллиметровую бумагу, пользуясь которой по площади определяют примерное процентное содержание различных минералов.

При оценке строительных качеств песка по минералогическим признакам обращают внимание также на следующее: чем больше содержание зерен в песке кварца или кремния, тем лучше песок; чем больше в песке зерен известняка, слабых зерен полевого шпата и глинистых частичек, тем хуже песок; чем больше загрязнен песок органическими примесями, в том числе частичками каменного угля и горючих сланцев, тем он хуже. Кроме того, необходимо учитывать, что содержание слюды в песке для бетона допускается не более 0,5% по массе и что зерен пирита в песке для бетона должно быть не более 1%. Во всех спорных и неясных случаях, выявленных при минералогической оценке песка, необходимо произвести тщательный его лабораторный анализ. Минералогическую оценку

щебня или гравия из природного сырья в полевых условиях производят согласно рекомендациям, изложенным в п. 1 гл. I.

2. Песок

Определение загрязненности песка глинистыми, илистыми и пылеватыми частицами. К пылеватым частицам относят частицы размером 0,14—0,05 мм, а к глинистым — менее 0,05 мм. Эти частицы нарушают сцепление цемента с песком, тем самым снижая прочность и морозостойкость бетонов и растворов.

Наибольшее распространение при определении загрязненности глиной, илом и пылью получил метод отмучивания. Для определения по этому методу отвешивают 1 кг песка с точностью до 1 г. Песок, помещенный в емкость, заливают водой (желательно из водопроводного крана) так, чтобы сверху него был слой воды не менее 10 см. Затем энергично перемешивают содержимое емкости, через 2 мин осторожно сливают мутную воду и заменяют ее свежей. Так повторяют до тех пор, пока вода не будет чистой и прозрачной. Эту воду осторожно сливают, а песок высушивают и взвешивают. Разность масс песка до отмучивания и после отмучивания и высушивания в граммах, деленная на 100, выражает содержание глинистых, илистых и пылеватых частиц вместе взятых в процентах. Если песка мало, можно взять и меньшее его количество. Однако менее 500 г брать не рекомендуется, так как чем меньше масса испытуемого песка, тем больше вероятность ошибки в определении.

При отсутствии взвешивающих устройств можно подсчитать загрязненность песка методом, опробованным нами неоднократно. Мерный цилиндр (белую прозрачную бутылку) с наклеенной на него полоской миллиметровой бумаги заполняют на половину его высоты (для бутылки — на половину высоты ее цилиндрической части) песком и заливают на три четверти высоты сосуда водой. После чего цилиндр (бутылку) энергично взбалтывают в течение 5—6 мин, а затем дают песку отстояться. Через 15—20 с замечают по мерным рискам или на миллиметровой бумаге уровень песка, осевшего на дно (рис. 16). Через 1,5—2 ч вновь замечают уровень осевшего песка, но уже вместе с примесями. Разность высот заме-

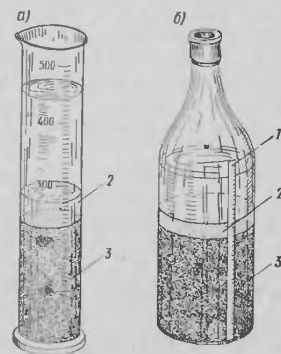


Рис. 16. Схема определения загрязненности песка пылеватыми и глинистыми частицами

а — в мерном цилиндре; б — в бутылке; 1 — полоска миллиметровой бумаги; 2 — слой ила; 3 — песок

ренных уровней, отнесенная к общей высоте, выраженная в %, составит приблизительный процент загрязненности песка.

$$Z_{\text{п}} = \frac{h_2 - h_1}{h_2} 100,$$

где $Z_{\text{п}}$ — загрязненность песка, %; h_1 — высота уровня песка, мм; h_2 — высота уровня песка и примесей, мм.

Существует и более простой способ определения загрязненности песка глинистыми частицами. Песок естественной влажности сжимают рукой, затем ее разжимают и переворачивают ладонью вниз. Если песок чистый, на ладони и пальцах останутся отдельные песчинки; при загрязнении песка глиной до 5% на ладони остается небольшое количество глинистых частиц; при загрязнении 10% и более ладонь и пальцы руки покрываются почти полностью прилипшими глинистыми частицами.

Для бетонов, используемых внутри помещений, допускается наличие глинистых частиц в песке до 5%, а для рядовых бетонов наружного использования — до 3%. В наиболее ответственных конструкциях при марке $\geq M 300$ разрешается использовать песок с содержанием глинистых частиц не более 2%. Для растворов марки 100 и выше также допускается содержание глинистых частиц до 5%, а для кладочных растворов — до 10%; в штукатурных растворах разрешается применять песок с содержанием глинистых частиц до 15% (по согласованию с заказчиком).

В некоторых случаях можно использовать для этой цели метод приращения объема при набухании [8], который характеризует содержание в песке частиц менее 0,05 мм. В мерный цилиндр емкостью 25 см³ всыпают при постоянном постукивании 10 см³ песка. Затем его заливают водой до отметки 23 см³, после чего до уровня 25 см³ добавляют 5%-ный раствор хлористого кальция или хлористого натрия (для быстрого осаждения мути). Смесь взбалтывают и дают отстояться в течение 3 ч. После этого определяют приращение объема песка в см³ и выражают его в процентах. Песок для неответственных бетонов марок M 100—150 и растворов марки 100 и выше не должен иметь приращения объема при набухании более 5%.

Определение загрязненности песка органическими примесями производят так называемым колориметрическим (цветовым) методом [7]. Пробу можно сделать только с помощью 3%-ного раствора едкого натра NaOH, который можно получить в аптеке, санэпидемстанции и т. п. Мензурку емкостью 250 см³ наполняют до уровня 130 см³ воздушно-сухим песком и доливают до уровня 200 см³ 3%-ным раствором NaOH. После энергичного встряхивания эту пробу оставляют на 24 ч, затем определяют цвет жидкости над песком, сравнивая его с цветом свежеприготовленного эталона. При доброкачественном песке цвет раствора в мензурке над песком должен быть не темнее цвета эталона. Эталон готовят следующим образом: сначала готовят 2%-ный раствор танина в 1%-ном

Таблица 17

Окраска раствора NaOH	Назначение песка
От прозрачной до светло-желтой	Пригоден для бетона ответственных сооружений (марок M 300 и выше)
Ярко-желтая	Пригоден в бетонах марок M 100—200
Желто-красноватая	Пригоден для бетона марок ниже M 100
Коричнево-красная и темнее	Непригоден в бетонах и для растворов

растворе спирта; берут 2,5 см³ этого раствора и 97,5 см³ 3-процентного раствора NaOH, эту смесь взбалтывают и оставляют на 24 ч. Степень окраски раствора едкого натра сравнивают также с данными табл. 17, после чего делают заключение о степени пригодности песка для строительных работ.

Поскольку изготовление эталона сопряжено с известными трудностями, может быть рекомендован для колориметрической пробы упрощенный способ определения, который мы иногда применяли при полевой оценке песка. Песком, очищенным от щепок, корей и стеблей растений, заполняют на $\frac{2}{3}$ высоты обыкновенный прозрачный стакан (граненые и из цветного стекла стаканы применять нельзя). Доливают стакан до верха тем же 3%-ным раствором NaOH, взмучивают стеклянной палочкой или пластмассовым стержнем (можно шариковой ручкой) и оставляют на 1 сут. Рядом с этим стаканом ставят второй такой же стакан, наполненный на $\frac{1}{4}$ свежесваренным крепким настоем чая, и доливают до верха кипяченой водой. Второй стакан служит эталоном.

Сравнивая цвет жидкости первого стакана и содержимого второго стакана, определяют пригодность песка для строительных работ. Если цвет жидкости в стакане с песком светлее эталона, то такой песок пригоден для применения в бетонах и растворах всех марок; желтый цвет жидкости, примерно равный цвету эталона, указывает на некоторую засоренность песка органикой в пределах, допускающих применение его в растворах всех марок и бетонах до марки M 100 включительно. Во всех остальных случаях песок считается непригодным для строительного использования.

Ориентировочное определение загрязненности песка органическими примесями в значительных количествах можно произвести способом, состоящим в прокаливании небольшого количества песка (10—20 г). Запах жженого белка указывает на присутствие органических примесей в песке.

В песках могут быть следующие органические примеси: гумус — обычно в горных и овражных песках из речных пойм; планктон — в морских и озерных (реже в речных) песках; частички угля и горючих сланцев — в горных и овражных песках. От первых двух видов органических примесей песок можно очистить промывкой его

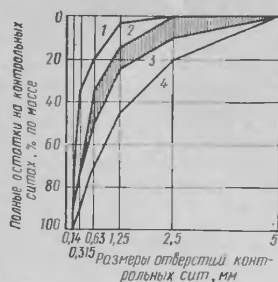


Рис. 17. График оптимального и допустимого зернового состава песка для бетона и раствора (ГОСТ 10268-80)

1 — допустимая верхняя граница, соответствующая $M_{кр} = 1,5$; 2 — рекомендуемая верхняя граница; 3 — рекомендуемая нижняя граница; 4 — допустимая нижняя граница, соответствующая $M_{кр} = 3,5$

приведенный набор сит, последовательно взвешивая остатки на каждом сите. По результатам просеивания определяют *частные остатки* (отношение массы остатка на данном сите к массе просеиваемой пробы) и *полные остатки* (сумма частных остатков на всех более крупных ситах плюс остаток на данном сите). По полным остаткам в % строят кривую, положение которой сопоставляют с пределами, приведенными на рис. 17. Если полученная нами кривая находится в пределах заштрихованной области, то такой песок пригоден для бетонов всех видов. По результатам просеивания также определяют крупность песка по условной характеристике, называемой *модулем крупности*. Он подсчитывается по формуле

$$M_{кр} = \frac{a_5 + a_{2,5} + \dots + a_{0,14}}{100},$$

где a_5 , $a_{2,5}$ и т. д. — полные остатки на ситах от 5 до 0,14 мм.

В бетонах желательно применение песков с $M_{кр} = 3,5-2$. Для бетонов марки менее М 200 разрешается использовать песок с $M_{кр} = 1,5-2$, для более высоких марок применение такого песка требует обоснования или же следует применять песок с $M_{кр} = 2,5$. Если окажется, что стандартных сит под рукой нет, то можно воспользоваться любым набором сит с отверстиями в пределах от 5 до 0,14. Полученные результаты откладывают на стандартном графике (см. рис. 17). Используя график, переводят полученные цифровые данные в стандартные.

В том случае, когда сита отсутствуют, определить пригодность песков по зерновому составу можно конусом СтройЦНИЛ [9] (см.

рис. 10). По глубине его погружения в раствор состава 1:2,5 при В/Ц=0,6 на испытуемом песке определяют так называемый модуль пластичности. (Модуль пластичности — понятие равнозначное величине осадки конуса СтройЦНИЛ). Качество песка считается тем лучше, чем выше модуль пластичности раствора на нем. Пески хорошего состава имеют модуль пластичности раствора в пределах 6,5—11 см.

При оценке качества песка в полевых условиях можно использовать метод определения количества зерен песка, приходящихся на 1 см². Для этого используют фотографическую черную бумагу и лупу 2,5-кратного увеличения так, как это было описано ранее. Если в 1 см² размещается 10—15 зерен, то модуль крупности песка 3—3,5. При количестве зерен, приходящихся на 1 см², 20—40, модуль крупности 2,8—2,3. В том случае, когда количество зерен превышает 50—60 на 1 см², модуль крупности меньше 2. Размещение зерен на бумаге должно быть достаточно плотным, подсчет ведут из нескольких мест рассыпанного на бумаге песка. Следует также иметь в виду, что для кирпичной кладки песок для растворов не должен быть крупнее 2,5 мм, а для штукатурных работ не крупнее 2,5 мм для нижних слоев и 1,25 мм для верхних слоев штукатурки.

Определение плотности частиц, насыпной плотности песка и его пустотности. Плотность и насыпная плотность песка — расчетные характеристики при определении состава бетона. Зная эти характеристики, можно вычислить и пустотность песка P_n , %, из зависимости

$$P_n = \frac{\rho - \rho_0}{\rho} 100,$$

где ρ — плотность частиц песка, г/см³; ρ_0 — насыпная плотность песка, г/см³.

Для определения насыпной плотности песка ρ_0 его высушивают до постоянной массы при температуре 105—110°C. Высушенный песок насыпают в посуду известного объема и массы таким образом, чтобы он свободной струей сыпался с высоты 5—10 см. Сыпят до тех пор, пока над верхом посуды не образуется конус, который снимают линейкой, поставленной на ребро. После этого посуду с песком взвешивают. Частное от деления значения массы песка (без посуды) на объем посуды составляет насыпную плотность песка. Так повторяют три раза и вычисляют по этим результатам среднее значение [7]. Насыпная плотность сухих песков обычно колеблется в пределах 1450—1650 кг/м³, для приближенных расчетов принимают 1450—1500 кг/м³. Плотность частиц песка ρ определяют в градуированном сосуде емкостью 250—500 см³. Сосуд наполняют водой до отметки, соответствующей 0,5—0,7 его объема и по шкале мерного цилиндра отсчитывают занимаемый ею объем V_1 . Затем берут приготовленную пробу песка (150—200 г) и осторожно всыпают ее в сосуд так, чтобы частицы песка не оседали на его стенках. Лучше

сыпать песок мелкими порциями, чтобы воздух свободно удалялся из него и не образовывался вспененный слой на поверхности. Как только высыпали пробу, делают отсчет по шкале сосуда нового объема жидкости вместе с песком V_2 . Плотность ρ , г/см³, подсчитывают как частное от деления массы пробы песка G на разность $V_2 - V_1$, соответствующую примерному объему песка в плотном состоянии,

$$\rho = G / (V_2 - V_1).$$

Опыт повторяют не менее трех раз и окончательный результат вычисляют как среднее арифметическое трехкратного определения. Для прикидочных расчетов можно принимать плотность частиц песка 2650—2700 кг/м³ (2,65—2,7 г/см³).

Пустотность песка имеет весьма важное значение при определении состава бетона и растворов: с увеличением пустотности увеличивается расход вяжущих. Объем пустот песка из зерен почти одинаковой крупности составляет 40—42%. При оптимальном сочетании крупных, средних и мелких зерен песка объем его пустот уменьшается до 30—35%. В песке удовлетворительного качества объем пустот не должен превышать 40%, а хорошего 37—38% [1].

Пустотность песка можно определить приблизительно при помощи двух одинаковых цилиндрических стаканов. В первый насыпают сухой песок, уплотняют его легким постукиванием стакана по столу и сглаживают ножом или линейкой вровень с кромками стакана. Из другого стакана, до краев наполненного водой, осторожно переливают воду в первый до тех пор, пока в первом стакане вода не будет вровень с краями, т. е. пока она полностью не заполнит пустоты в песке. После этого замеряют высоту столба воды, оставшейся во втором стакане (рис. 18). Разность высот стакана $B_{от}$ и оставшейся в ней воды $B_{в}$, взятая относительно полной высоты стакана $B_{ст}$, составит приблизительное значение пустотности в %

$$П_{п} = \frac{B_{ст} - B_{в}}{B_{ст}} 100.$$

Влажность песка. Ее подсчитывают после взвешивания 0,5 или 1 л испытуемого песка (G_1), а затем высушенного до постоянной массы (G_2). После чего влажность вычисляют по формуле, %.

$$B_{п} = \frac{G_1 - G_2}{G_2} 100.$$

Однако это определение занимает около 2 ч. Поэтому в полевых условиях прибегают к ускоренным методам определения



Рис. 18. Определение пустотности песка при помощи двух стаканов
а — стакан с песком; б — стакан с водой

влажности. Влажность песка можно определить с помощью спирта или бензина. Для этого 1 кг песка рассыпают на стальном противне, обливают его спиртом или бензином и поджигают. При высокой температуре вода, находящаяся в песке, испаряется. По разности массы песка до сжигания и после него можно приблизительно определить его влажность.

Существует также ускоренное определение влажности песка по методу Б. М. Иванова [8]. 1 кг песка с естественной влажностью погружают в литровый мерный цилиндр с делениями, в который предварительно налита вода до отметки 0,5. После того, как высыпали песок, определяют объем воды по поднявшемуся уровню V и затем вычисляют влажность песка, %, по формуле

$$B_{п} = \frac{\rho (V - 0,5) - 1}{\rho (1,5 - V)} 100,$$

где $B_{п}$ — влажность песка, %; ρ — плотность частиц песка, которая может быть принята в соответствии с вышеприведенными рекомендациями; V — объем, занимаемый песком и водой, л.

Влажность песка можно также ускоренно определить другим методом [16]. Для этого берут 0,5-литровый мерный цилиндр с делениями, наливают в него 250 мл воды, высыпают в воду 500 г песка с естественной влажностью, тщательно перемешивают эту смесь, чтобы не было воздушных пузырьков. Затем измеряют полученный объем смеси, который будет тем выше, чем больше влажность песка. Определение влажности производят с помощью табл. 18.

Таблица 18

Объем песка, см ³ (мл)	Влажность песка, %, при плотности частиц песка, г/см ³			Объем песка, см ³ (мл)	Влажность песка, %, при плотности частиц песка, г/см ³		
	2,6	2,65	2,7		2,6	2,65	2,7
448	2	2,9	4,1	458	5,3	6,1	7,3
450	2,6	3,5	4,7	460	5,9	6,7	8
452	3,3	4,2	5,3	462	6,5	7,4	8,6
454	4	4,8	6	464	7,2	8	9,3
456	4,6	5,5	6,6	466	7,8	8,7	9,9

3. Щебень и гравий

Содержание примесей пыли, глины и ила определяют теми же методами, что и содержание этих примесей в песке (отмучиванием и т. п.). Если гравий или щебень загрязнен такими примесями, то их присутствие легко определить внешним осмотром зерен, а также с помощью растирания влажного гравия между ладонями рук — примеси оставляют на ладонях след. Количество щебня или гравия

для определения должно составлять 3—5 кг. Содержание пыли и глины допускается для бетонов марок менее М 300 до 3% по массе, для бетонов марок больше М 300 не более 2%, а для бетонов в особо ответственных конструкциях не более 1%.

Степень загрязнения органическими примесями щебня и гравия определяют так же, как и степень загрязнения песка обычным и ускоренным методами с помощью 3%-ного раствора NaOH. При сравнении окраски раствора пользуются также эталоном или данными табл. 17.

Зерновой состав щебня или гравия. По крупности щебень или гравий разделяют на следующие фракции: крупный 70—40 мм, средний 40—20 мм и мелкий 20—5 мм. Фракционированный щебень (гравий) называют сортовым. Если же в состав гравия или щебня входят зерна разной крупности, то их называют рядовыми. Предельная крупность зерна щебня или гравия зависит от минимальных размеров бетонного или железобетонного изделия или конструкции, а также от размеров ячейки армирующего каркаса или сетки. Считается, что максимальный размер зерна $D_{\max}$ должен составлять не более $\frac{1}{4}$ толщины изделия, иногда допускаются зерна, составляющие $\leq \frac{1}{3}$ толщины изделия.

Зерновой состав щебня или гравия определяют методом ситового анализа. Стандартные сита имеют отверстия 120—70—40—20—10 и 5 мм. С помощью такой стандартной колонки сит производят просев обычно 5 или 10 кг навески высушенного гравия или щебня. Вычисляют (см. аналогичные определения для песка) частные и полные остатки и сравнивают полученные результаты со стандартными параметрами, которые устанавливают область щебня или гравия, наиболее пригодную для бетона по зерновому составу. Для смеси фракций средние значения будут зависеть от максимальной крупности щебня или гравия $D_{\max}$ и их принимают: $D_{\max} = 0—10\%$, $0,5 (D_{\max} + D_{\min}) = 40—80\%$ (лучше 50—70%); $D_{\min} = 95—100\%$ (может быть допущено 90—100%).

Если стандартный набор сит отсутствует, то можно воспользоваться любым набором сит и произвести определение так, как указано для песка. При отсутствии сит изготавливают проволоочные кольца диаметром 120, 70, 40, 20, 10 и 5 мм и через эту систему колец пропускают последовательно (начиная с большего) навеску гравия или щебня. Заполнитель, не прошедший через кольца, откладывают в сторону и взвешивают. Подсчет делают так, как при стандартном ситовом анализе.

Содержание игольчатых и пластинчатых частиц определяют следующим образом: отвешивают 3 кг сухого гравия, отбирают все игольчатые зерна, размер вытянутой оси которых превышает другой наибольший размер не менее чем в 3 раза, а также все пластинчатые зерна, размер по толщине которых меньше другого наименьшего размера в три раза; после этого все игольчатые и пластинчатые

зерна взвешивают и получают величину в процентах от массы взятой навески гравия. Содержание таких частиц в щебне и гравии для бетонов марок до М 200 должно быть таким, чтобы существенно не влиять на прочность бетона, а поэтому не должно превышать 35% по массе, а для высокопрочных бетонов 15% по массе.

Насыпная плотность, средняя плотность зерен и пустотность. Эти характеристики предназначены для оценки качества крупного заполнителя в бетонах и для расчетного определения состава бетона.

Насыпная плотность гравия или щебня обычно составляет 1400—1700 кг/м³. Ее определяют с помощью методов, описанных ранее для песка (см. п. 2 настоящей главы). Емкость посуды при этом должна быть не менее 5 л.

Средняя плотность зерна может быть установлена методами, изложенными в п. 2 гл. I, в зависимости от вида породы. Однако для практических нужд важнее знать среднюю плотность всех зерен данного вида гравия или щебня. Обычно в полевых условиях ее определяют методом вытеснения известного объема воды, как это делают при определении средней плотности песка (см. п. 2 этой главы). Особенность здесь заключается в том, что щебень или гравий предварительно насыщают водой перед тем, как опустить его в мерный сосуд с водой. При вычислении средней плотности делят количество массы сухого щебня или гравия на объем вытесненной влажным щебнем или гравием воды. Если же нет весов и мерной посуды, то для определения плотности можно использовать рекомендации п. 2 гл. I.

Зная насыпную $\rho_{\text{нас}}$ и среднюю $\rho_{\text{ср}}$ плотности щебня или гравия, можно найти их пустотность, также пользуясь рекомендациями п. 2 настоящей главы. Однако пустотность щебня или гравия в полевых условиях можно определить и опытным путем. Для этого испытуемый заполнитель для бетона насыщают водой в течение 1 сут, после чего укладывают его, применяя штыкование, в сосуд емкостью не менее 10 л, объем и масса которого известны. Сосуд с заполнителем и водой покрывают мелкой сеткой или мелкорешетчатой крышкой, опрокидывают его и сливают воду, оставляя в таком виде в течение примерно 30 мин. После этого сосуд с заполнителем взвешивают и снова наливают в него воду, пока она не заполнит его до краев. Затем сосуд взвешивают. Масса долитой в сосуд воды, (в кг), представляет собой объем пустот между зернами щебня или гравия (в л).

Пустотность щебня или гравия хорошего гранулометрического (зернового) состава обычно составляет 40—42%. Пустотность щебня или гравия для бетона не должна превышать 45%.

Прочность щебня или гравия для бетона. О прочности щебня или гравия можно судить по их минералогическому составу (см. п. 5 гл. I).

На практике может использоваться метод оценки прочности щебня или гравия, предложенный Б. Г. Скрамтаевым [7, 8]. Он заключается в том, что 10 щебенек, каждая размером 20—40 мм, кладут по очереди на стол и свободно опускают три раза на каждую щебенку стандартный слесарный молоток (массой 2 кг и ручкой длиной 40 см) с высоты ~ 25 см. При достаточной для обычного бетона (марок до М 200) прочности из 10 щебенек могут разбиться не более трех. При этом раскалывание пополам еще не указывает на плохое качество щебня, так как при малой прочности щебенка раскалывается на несколько частей.

Этот метод не дает представления о механической прочности всего объема материала, а только показывает на присутствие в материале слабых пород.

Определить присутствие слабых пород в гравии можно путем раздавливания зерен фиксированной нагрузкой. Для этого берут обычно 2 или 4 кг (в том случае, когда в гравии присутствуют зерна более 40 мм) средней пробы гравия и просеиванием разделяют на три фракции (5—10 мм, 10—20 мм и крупнее 20 мм). При этом явно слабые и выветренные зерна исключают из пробы (визуальной оценкой).

Зерна всех фракций последовательно подвергают статическому нагружению, при этом нагрузка должна составлять:

для зерен первой фракции	~ 150 Н,
» » второй	» ~ 250 Н,
» » третьей	» ~ 340 Н.

Зерна лучше раздавливать прессом, но если он отсутствует, можно это сделать при помощи неравноплечего рычага (рис. 19) [8]. Во всех случаях образцы гравия помещают между двумя стальными пластинами толщиной не менее 5 мм. Если зерна разрушаются, то их считают зернами слабых пород. По полученным результатам можно судить об однородности гравия. Для всех бетонов, предназначенных для использования в конструкциях, допускается слабых зерен до 5% по массе.

Прочность щебня или гравия — одна из характеристик, непосредственно влияющих на прочность бетона. Существующие методы расчета состава бетона не учитывают прочность щебня или гравия потому, что она берется заведомо большей, чем проектируемая марка бетона: для марок < М 300 в 1,5 раза, а для марок ≥ М 300 в 2 раза.

Водопоглощение и морозостойкость. Для определения этих характеристик материала в поле-

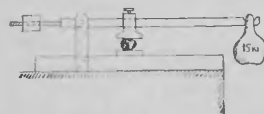


Рис. 19. Схема приспособления для определения зерен слабых пород

вых условиях обычно пользуются методами, описанными в пп. 3, 4 гл. I. В ответственных случаях характеристики проверяют в условиях лаборатории при отсутствии стандартного оборудования с использованием данных прил. 4.

4. Искусственные пористые заполнители для легких бетонов

Наибольшее распространение получили легкие искусственные заполнители: керамзит (ГОСТ 9759—76) в виде гравия и вспученный перлит (ГОСТ 10832—74*) в виде щебня. В ряде случаев, как местное сырье, может использоваться для этих же целей котельный шлак и природный пористый щебень из туфа, известняков и т. п. Оцениваются эти заполнители по тем же показателям, что и плотные заполнители природного происхождения.

Плотность. Эта характеристика, одна из основных, так как марка заполнителей для бетона назначается по насыпной плотности $\rho_{нас}$. По насыпной плотности в сухом состоянии легкие пористые заполнители имеют марки: 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 кг/м³. Этот показатель определяют теми же методами, что и щебень и гравий природного происхождения (см. п. 4 настоящей главы). Марку пористых заполнителей определяют следующим образом: если насыпная плотность заполнителя меньше 50 кг/м³, то его относят к марке 50, если 51—100 кг/м³, то к марке 100 и т. д.

Помимо насыпной плотности необходимо знать среднюю плотность пористого заполнителя «в куске» $\rho_{ср}$, так как только зная этот параметр, можно определить пустотность заполнителя. Для определения объема куска щебня или гравия их помещают в песочный объеммер (рис. 20). Объем куска будет равен разности между уровнем песка в приборе с образцом и первоначальным уровнем песка в объеммере [3]. Этим методом можно воспользоваться при полевом определении плотности легких заполнителей «в куске», заменив объеммер мерным цилиндром. Точность определения по этому методу ± 10—15%. Более точно объем куска материала можно измерить методом погружения его в воду по объему вытесненной им воды. При этом применяют обязательно парафинирование или обволакивание битумом образца и определяют так, как описано в п. 2 гл. I. Количество образцов при этом должно быть не менее 10 из разных мест партии.

Зерновой (гранулометрический) состав. Если материал состоит из зерен одинакового размера, то его пустотность обычно составляет 47—45%. Чтобы пустотность была минимальной (около 40—42%), состав крупного заполнителя из искусственных пористых материалов должен быть следующим: $D_{max} = 8\%$, $D_{min} = 90\%$; $0,5 (D_{max} + D_{min}) = 30—60\%$ [2]. При этом максимальный размер

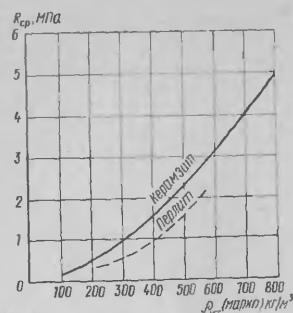
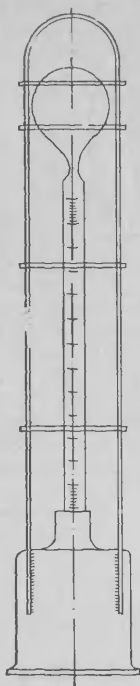


Рис. 21. Приближенная зависимость прочности керамзитового гравия и перлитового щебня от их марки (насыпной плотности в сухом состоянии $\rho_{\text{нас}}$)

Рис. 20. Песочный объеммер

зерна D_{max} должен составлять $\frac{1}{3}$ наименьшего размера конструкции или $\frac{2}{3}$ расстояния между стержнями арматуры. Кроме того, практика требует, чтобы для конструктивных легких бетонов марок М 200 и выше $D_{\text{max}} \leq 20$ мм, а для остальных $D_{\text{max}} = 40$ мм.

Промышленность выпускает керамзитовый гравий и перлитовый щебень трех фракций: 5–10, 10–20 и 20–40 мм. Как и ко всем другим крупным заполнителям, к керамзитовому и перлитовому заполнителю предъявляют требования по форме зерна: $\frac{D_{\text{max}}}{D_{\text{min}}} \leq$

$\leq 1,5$, а $\frac{D_{\text{max}}}{D_{\text{min}}} > 2,5$ не должно быть больше 20%; расколотых зерен допускается не более 15%. Гранулометрический (зерновой) состав определяют методом ситового анализа.

Прочность легких пористых заполнителей определяется испытанием заполнителя методом сдавливания в стальном цилиндре

(ГОСТ 8269–76, ГОСТ 9759–76 и ГОСТ 10832–74). Однако при ускоренной оценке прочности можно воспользоваться зависимостью между насыпной плотностью таких заполнителей и их средней прочностью (рис. 21). Помимо этого прочность гранул керамзита или кусков перлита можно ориентировочно определить, сжимая их пальцами. Если при этом они легко разрушаются, то их прочность обычно не превышает 1–1,2 МПа, если же нужно для этого приложить усилие, то прочность составляет 1,5–2 МПа. Гранулы и куски с прочностью 2–3 МПа и более разбиваются при несильном ударе по ним слесарным молотком. Определить ориентировочную прочность легких заполнителей можно также по их водопоглощению в течение 1 ч: при прочности до 1,5–1,7 МПа такое водопоглощение составляет около 25%, а при прочности 4–5 МПа оно составит около 15% [2].

Водопоглощение и морозостойкость пористых заполнителей связаны между собой. Ввиду высокой пористости такие заполнители имеют высокое водопоглощение и, как следствие, недостаточную морозостойкость. Так, водопоглощение керамзитового гравия по массе в течение 1 ч должно быть не более 25% для марки 400, 20% для марок 450–600 и 15% для марок 700–800. Водопоглощение перлитового щебня больше: для марки 300–400 оно составляет около 30%. Водопоглощение пористых заполнителей можно определить в полевых условиях методами, изложенными в п. 3 гл. I и п. 1 гл. II.

Морозостойкость же таких заполнителей обычно определяют по результатам 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания. При этом потеря массы керамзита должна быть не более 8%, а перлита — не более 10%. Ускоренно морозостойкость определяют методом кипячения зерен в воде: потеря массы более 5% у керамзита и более 7% у перлита показывает на недостаточную их морозостойкость.

ГЛАВА V. БЕТОНЫ

Бетоны обычно характеризуются средней плотностью и прочностью. В зависимости от плотности бетоны условно делят на тяжелые с $\rho_{\text{ср}} = 2000$ –2500 кг/м³, облегченные с $\rho_{\text{ср}} = 1500$ –2000 кг/м³ и легкие с $\rho_{\text{ср}} \leq 1500$ кг/м³. Облегченные и тяжелые бетоны являются конструктивными. Достигается та или иная средняя плотность в бетонах за счет использования в них различных видов крупных заполнителей.

Марка бетона по прочности определяется испытанием стандартных образцов-кубов размером 15×15×15 см на сжатие. Можно использовать для этого образцы-кубы с ребром 7, 10, 20 и 30 см, но тогда полученные результаты нуждаются в пересчете в соответствии с требованиями ГОСТ 10180–78. Марка бетона равна пределу прочности при сжатии в МПа, умноженному на 10.

Стандартными условиями твердения бетонов считаются температура в $20 \pm 5^\circ\text{C}$ и влажность воздуха выше 90%. На практике бывают отклонения от этих условий. Поэтому необходимо отбирать образцы не только для стандартных условий твердения (это является обязательным), но и оставлять часть образцов твердеть в естественных условиях. Это дает возможность установить не только действительную прочность бетона в сооружении, но и получить данные о разнице между фактической прочностью и марочной, что бывает необходимо при принятии решений о распалубке, нагружении конструкций и т. п. Допустимые отклонения при определении прочности от +15% до -10%. По СНиП II-21-75 установлены по прочности следующие марки конструктивных бетонов: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700 и 800*.

1. Прочность бетонов

Прочность бетонов зависит от многих факторов, но в первую очередь от марки (активности) цемента R_u , количества цемента и воды в нем, а также от условий твердения. Влияние воды и цемента в бетонах учитывают их отношением — $В/Ц$. Качество воды для бетона оценивается с помощью методов, изложенных в прил. 1.

Если качество заполнителей для бетона отвечает требованиям, изложенным в ГОСТ 10268—80 (гл. 4), то прочность тяжелого бетона в зависимости от марки (активности) цемента и $В/Ц$ может быть выражена следующей формулой:

$$R_b = A R_u (Ц/В - 0,5),$$

где R_b — прочность бетона в 28-суточном возрасте; R_u — марка цемента или его активность; $Ц/В$ — цементно-водное отношение (величина, обратная $В/Ц$); A — коэффициент, учитывающий качество главным образом заполнителей, составляющий $\sim 0,6$.

Эта формула прочности бетона является сейчас наиболее распространенной и признанной (формула Болломея—Скрамтаева) [1, 10]. Из формулы видно, что на разных марках цемента можно получить бетоны одинаковых марок, меняя $В/Ц$. Практически же из условий экономичности и максимальной плотности бетонов рекомендуется использовать соотношения между R_b и R_u , приведенные в табл. 19 [1].

Соотношения между всеми параметрами бетона можно выразить графически, используя для этого вышеприведенную формулу. Результаты таких построений приведены в прил. 2. Их можно использовать при ускоренных расчетах состава тяжелого бетона необходимой марки по прочности. В том случае, когда в бетоне используются легкие заполнители — керамзит, вспученный перлит и

* В настоящее время подготавливается переход от марок к классам бетона в соответствии со СТ СЭВ 1406—78 (см. прил. 2).

Таблица 19

Марка тона	бе-	М 100	М 150	М 200	М 300	М 400	М 500
Марки цемента	це-	300	300—400	400	400—500	500—550	600

другие, имеющие прочность всего 1—5 МПа, приходится учитывать и это обстоятельство. При этом марки цемента выбирают также из соотношений табл. 19.

Для плотных керамзитобетонов при определении их прочности можно рекомендовать формулу В. Г. Довжика (упрощенный вариант [2])

$$R_b = A R_k \left(1 + \lg \frac{R_p}{R_k} \right),$$

где R_k — прочность керамзитового гравия, МПа; R_p — прочность на сжатие растворной части бетона, МПа; A — эмпирический коэффициент, принимаемый от 2 до 3 в зависимости от прочности керамзита (меньшее значение для менее прочного заполнителя).

Эту формулу можно использовать для ориентировочного определения прочности легких бетонов других видов — на вспученном перлите, туфе, аглопорите и др. Прочность растворной части в формуле прочности легких бетонов целесообразно рассчитывать по формуле Ю. М. Баженова [1]

$$R_p = 0,6 \cdot R_u (Ц/В - 0,8),$$

в которой значения R_p , R_u и $Ц/В$ аналогичны подобным значениям в формуле для тяжелого бетона. Конструкционные легкие бетоны требуют более высоких расходов цемента, чем обычные тяжелые бетоны; это объясняется необходимостью нейтрализации ослабления, вызванного введением слабых зерен крупного заполнителя. Для ориентировочной прикидки можно считать, что через 3 сут бетон на портландцементе наберет прочность около 30%, через 7 сут около 60% и через 14 сут около 80% по отношению к 28-дневной прочности. Однако твердение бетона идет и после 28 сут: так, к 90 сут твердения он может набрать дополнительно 30—35% прочности.

Б. Г. Скрамтаев предложил для определения прочности бетона в возрасте, отличном от 28-суточного возраста, пользоваться зависимостью [1, 10]:

$$R_n = R_{28} (\lg n / \lg 28),$$

Ограничения в применении этой формулы заключаются в том, что число дней твердения n может быть любым, но не менее 3 (чем больше время твердения, тем точнее результат); формула применима только для бетонов на портландцементе и для нормальных условий твердения.

При условиях твердения, отличных от нормальных, особенно по

температуре, следует иметь в виду, что понижение температуры приводит к замедлению твердения, а повышение — к ускорению. Так, при температуре 10°C через 7 дней бетон наберет прочность только 40—50%, а при температуре 5°C только 30—35%. При отрицательных температурах бетоны без специальных добавок вообще не набирают прочность. В случае твердения при температуре 30—35°C уже через 3 сут бетон наберет около 45% прочности [1]; однако нужно помнить, что твердение бетонов должно всегда идти при высокой влажности воздуха. Для сохранения высокой влажности необходимо примерно через 5—6 ч после укладки бетона (практическое время конца схватывания при нормальной температуре) укрывать его водонепроницаемым материалом — толем, пергамином, руберондом, полимерными пленками и т. п.

2. Подвижность и жесткость бетонной смеси

На подвижность и жесткость бетонной смеси влияет много факторов. Подвижность бетонной смеси определяют осадкой стандартного конуса (рис. 22) из бетона под действием его собственного веса (ГОСТ 10181.0—81 и ГОСТ 10181.1—81). Такой конус формируют в форме из листовой стали толщиной 1 мм следующим образом: заполняют конус послойно тремя слоями со штыкованием каждого слоя, число штыкований 25 для обычного конуса и 56 для увеличенного; излишки бетона срезают кельмой. После заполнения конуса описанным образом стальную форму снимают, осторожно поднимая ее за ручки вертикально вверх.

Подвижная бетонная смесь, освобожденная от формы, дает осадку или даже растекается. Измеренная осадка (см. рис. 22) и является мерой подвижности бетонной смеси. Если осадка стандартного конуса получается равной или меньше 1 см, то смесь считается жесткой. Жесткие бетонные смеси применяют только на заводах сборного железобетона, так как их можно качественно уложить в конструкции только в заводских условиях. Жесткость бетонной смеси измеряется уже не осадкой конуса, а временем растекания такого конуса до создания горизонтальной поверхности при вибрировании на стандартной виброплощадке. Для определения жесткости ис-



Рис. 22. Стандартный конус для определения подвижности бетонной смеси и схема определения подвижности (в скобках даны размеры увеличенного конуса)

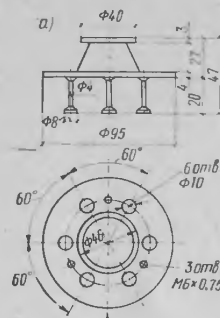


Рис. 23. Прибор НИИЖБа для ускоренного определения жесткости бетонной смеси (материал — сталь, масса прибора 435 ± 15 г)
а — схема устройства прибора (ГОСТ 10181—80); б — схема определения жесткости с его помощью

пользуют прибор, называемый стандартным вискозиметром (ГОСТ 10181.3 и 4—81), либо применяют упрощенный метод Б. Г. Скрамтаева, называемый иногда «заводским», который также рекомендуется стандартом [1, 10].

Методом Скрамтаева сейчас пользуются практически все заводы сборного железобетона. Он заключается в следующем: в обычную металлическую форму для приготовления стандартных кубов размером $20 \times 20 \times 20$ см вставляют уже знакомый нам стандартный конус (для этого с него снимают лапки-упоры и немного уменьшают нижний диаметр); форму с конусом устанавливают на стандартную лабораторную виброплощадку со средней частотой колебаний 2900 в мин и амплитудой 0,50 мм; конус заполняют бетонной смесью так, как описано ранее, после чего конус-форму снимают вертикально вверх; всю систему подвергают вибрации до тех пор, пока бетонная смесь не растечется, заполнив все углы формы, ее поверхность не станет горизонтальной и на ней не начнет выступать цементное молоко. Жесткость, полученная методом Б. Г. Скрамтаева, может быть переведена в стандартную по зависимости $J_{\text{скр}} \times 0,7 = J_{\text{станд}}$.

И. М. Красным (НИИЖБ) предложен простой прибор (рис. 23), который показывает те же параметры (время в секундах), что и стандартный вискозиметр и поэтому рекомендован стандартом. На поверхность заполненной бетонной смесью формы стандартного куба с ребром не ниже 10 см ставят этот прибор; производят вибрирование смеси с целью ее уплотнения на стандартной виброплощадке до тех пор, пока в отверстиях диска прибора не покажется цементное молоко; время вибрации до уплотнения смеси и будет показателем жесткости, точно соответствующим стандартному. Прибор можно использовать непосредственно при уплотнении бетонной смеси в конструкциях.

Выбор подвижности или жесткости бетонной смеси зависит от

вида конструкции. Например, для дорожных покрытий при вибрационном уплотнении смеси применяют бетоны с осадкой конуса 2—4 см, для плит перекрытий или колонн с осадкой конуса до 6—8 см, так как эти элементы более густо армированы. Важно учитывать также и производственные возможности: в полевых условиях легче работать с подвижными смесями; на хорошо оснащенных заводах сегодня работают преимущественно с жесткими смесями, так как их использование дает экономию цемента и энергии [1].

3. Качество бетонной смеси

Качество бетона в полевых условиях обычно определяется прежде всего по его внешнему виду. Хорошо и правильно подобранная бетонная смесь после перемешивания не должна содержать зерен щебня (гравия), не покрытых раствором, т. е. смесью цемента, воды и песка; наличие непокрытых раствором зерен крупного заполнителя говорит о недостаточности песка в бетоне.

Пластичная бетонная смесь, в которой цемента всегда больше, чем в жесткой, должна быть такой, чтобы из нее не вытекало цементное молоко. В противном случае такая смесь признается неправильно рассчитанной и подобранной. Жесткая бетонная смесь должна напминать влажную землю, она плохо уплотняется штыкованием.

Качество бетонной смеси может быть определено при нахождении осадки стандартного конуса по следующим признакам: при снятии формы с конуса должно быть впечатление, что конус заполнен только раствором (зерна крупного заполнителя должны быть не видны); при снятии конуса масса бетона должна садиться целиком, не разваливаясь и не выделяя цементного молока; при перевозке качественная бетонная смесь не расслаивается (остается однородной).

В полевых условиях ориентировочное качество бетонной смеси может быть определено пробой «на лопату» [8]. Ударяют лопатой плашмя по бетону и по оставленному лопатой следу судят о качестве смеси: если при ударе пустоты между крупными частицами не заполняются раствором, то его в бетоне недостаточно и при уплотнении в таком бетоне образуются раковины; если же при ударе лопатой она оставляет глубокий след, бетон содержит избыток раствора, что приводит к увеличенному количеству мелких пор в нем.

4. Контроль прочности бетонов

Для определения прочности бетона обычно изготавливают образцы в виде кубов с размером ребра 15 см для всех видов бетона. Одновременно изготавливают не менее трех образцов. Если условия твердения бетонов отличны от нормальных, то следует изготовить серии образцов, твердеющих как в нормальных (стандартных) ус-

ловиях, так и в естественных. Испытания бетонов можно производить на образцах других размеров, ребро куба может быть принято также 30, 20, 10 и 7,07 см. Размер кубов выбирают в зависимости от максимальной крупности щебня или гравия, но при этом марку определяют с учетом коэффициентов, приведенных в ГОСТ 10180—78.

При отсутствии на строительной площадке гидравлического пресса, а также при необходимости быстрого определения полученной марки бетона поступают следующим образом. Вместе с кубами, которые следует отправить в центральную лабораторию, изготавливают балки из бетона размером 120×15×15 см. Опалубку для балок изготавливают из хорошо остроганных досок толщиной 40 мм, желательно их обить изнутри кровельной сталью, а перед заполнением бетоном обязательно смазать отработанным машинным маслом. Балки должны находиться в формах не менее 3 сут. Схема испытаний таких балок представлена на рис. 24. Испытывают балки в возрасте 28 сут после хранения их во влажных опилках или в песке при комнатной температуре.

Предел прочности при изгибе бетона подсчитывают по формуле в МПа

$$R_{изг} = 0,1 P l / b h^2,$$

где l — расстояние между опорами, равное 1 м; b — ширина поперечного сечения балки (0,15 м); h — высота поперечного сечения балки (0,15 м); P — разрушающий груз + вес балки, Н.

Число испытываемых балок должно быть не менее трех. Пределом прочности считается среднее значение из двух наибольших результатов. Предел прочности бетона на сжатие, на основании которого устанавливают марку бетона, связан с пределом прочности при изгибе следующими соотношениями: для бетонов марок до М 200 прочность на изгиб в 6 раз меньше, чем прочность на сжатие; для бетонов марок М 300 и выше это соотношение составляет от 7 до 8 [8]. Результаты испытаний бетонных образцов не дают точного представления о прочности бетона в сооружениях из-за влияния условий производства работ, условий твердения бетона и других причин.

В последнее время разработано значительное число методов, позволяющих оценивать прочность бетона в сооружениях [6, 12].

К простейшим относят метод, основанный на использовании

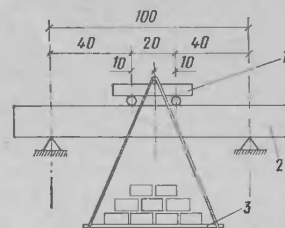


Рис. 24. Схема испытания бетонных балок для определения в полевых условиях марки бетона
1 — траверса для передачи усилия в две точки; 2 — балка; 3 — грузовая платформа

зубила и слесарного молотка [8]. Марка бетона может быть ориентировочно определена по величине и характеру следа, оставляемого на поверхности бетона от удара молотком или по зубилу, установленному перпендикулярно к поверхности бетона. Удар должен быть средней силы и должен приходиться по растворной части бетона. Количество ударов не менее 10. При попадании молотка на щебенку результат не принимается во внимание. Этот метод может применяться не только для определения примерной марки бетона, но и для выявления слабых мест в конструкции. Приблизительное определение марки по этому методу осуществляют в соответствии с данными табл. 20.

Таблица 20

Результаты удара ребром молотка по поверхности бетона	Результаты удара молотком по зубилу, установленному перпендикулярно к поверхности бетона	Марка бетона по прочности
Остается глубокий след	Зубило легко забивается в бетон	М 50 и ниже
Бетон крошится и осыпается. При ударе по ребру конструкции откалываются большие куски	Зубило погружается в бетон на глубину около 5 мм. Бетон крошится	Около М 100
Остается заметный след на поверхности, вокруг которого могут откалываться тонкие лещадки	От поверхности бетона отделяются острые лещадки	М 100—М 200
Остается слабо заметный след на поверхности бетона	Неглубокий след, лещадки не отделяются	М 300—М 400
При очень сильном ударе по ребру конструкции на ее небольшом участке происходит скол бетона	При очень сильном ударе остается след от зубила глубиной 1—2 мм, при ударе около ребра конструкции оно скалывается	М 400—М 600

Наиболее простой прибор для определения марки бетона — молоток И. А. Физделя [8, 16]. Он состоит из бойка со сферическим гнездом для шарика, стального шарика диаметром 17,46 мм, заостренной части и ручки (рис. 25). Шарик вставляют в гнездо молотка, борты которого завальцовывают так, чтобы он не выпал из гнезда: максимальный диаметр выступающей части шарика 15 мм. Заостренный конец может использоваться как инструмент для выкола бетона. Масса молотка 250 г. Материал молотка — сталь У-7 или У-8 (инструментальные стали). Шарик должен иметь твердость по Бринеллю не менее НВ-650. Рукоятку массой примерно 100 г изготовляют из дуба, клена или березы. При испытаниях необходимо придерживаться постоянного взмаха молотка. Наиболее рационален локтевой удар.

Количество получающихся лунок обычно принимают не менее 10. Диаметр лунок измеряют штангенциркулем либо угловым шаблоном

(рис. 26). По полученному среднему диаметру лунок на основании графика на рис. 25 определяют приблизительную прочность бетона. При диаметрах лунок 15—12 мм бетона считают малопрочным (ниже марки М 50), а при диаметрах менее 6 мм — высокопрочным (марки выше М 300). Таким шариковым молотком удобно пользоваться в первую очередь для качественной оценки прочности бетона в любой части конструкции, доступной для нанесения удара. Однако использование этого молотка требует навыка, и точность получаемых результатов невелика.

Более точно определить прочность бетона в полевых условиях можно с помощью эталонного молотка К. П. Кашкарова [16]. Он принципиально отличается от молотка Физделя тем, что получаемые на нем результаты не зависят от силы удара, так как в нем имеется эталонный стальной стержень из арматурной стали класса А-1 (марки Ст3) диаметром 10 мм. При ударе шарик прибора образует вмятины на поверхности бетона и на эталоне. Прочность бетона определяется в зависимости от отношения $d_6/d_{ст}$: чем оно больше, тем ниже прочность бетона. Схема устройства молотка Кашкарова и график для определения прочности бетона с его помощью показаны на рис. 27. При работе с этим молотком, как и с молотком Физделя, следует помнить, что на получаемые результаты в очень сильной степени влияет влажность поверхности конструкции. Сильное увлажнение поверхности приводит к снижению показателей на 40—50%.

На получаемые результаты также влияет и возраст бетона. Графики на рис. 25 и 27 составлены для бетонов 28-суточного возраста. В более раннем возрасте для пересчета на марочную прочность прибегают к логарифмической зависимости, предложенной Б. Г. Скрамтаевым (см. п.1 настоящей главы). Поскольку применение молотка Кашкарова предусмотрено ГОСТ 22690.2—77, подробное описание этого метода можно найти в указанном стандарте.

Существуют и другие приборы для определения прочности бетона в полевых условиях без разрушения. Широко применяют в ряде стран СЭВ молоток Шмидга, склерометр Франка, прибор ХПС,

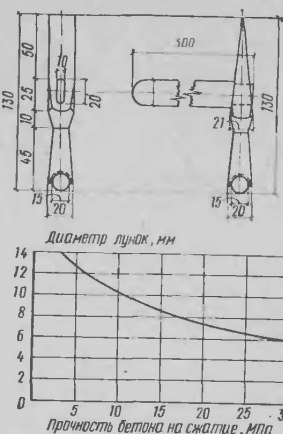
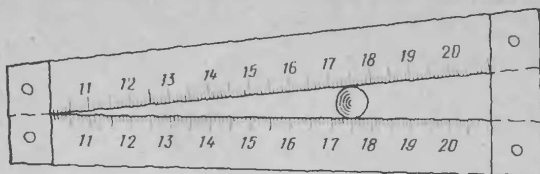


Рис. 25. Молоток И. А. Физделя и график для определения прочности бетона с его помощью



При таком положении лунки отсчет по шаблону $\approx 7,5$ мм

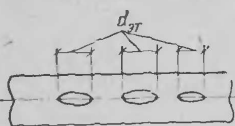


Рис. 26. Угловой шаблон из стандартных металлических линеек для замера диаметров отпечатков со схемами определения диаметров отпечатков

Рис. 27. Схема устройства эталонного молотка К. П. Кашкарова и график определения прочности бетона с его помощью

1 — рукоятка; 2 — корпус; 3 — эталонный стержень; 4 — шарик; 5 — стакан; 6 — пружина; 7 — головка

молоток КМ и др. Есть варианты таких приборов, работающие как на принципе упругого отскока, так и пластической деформации бетона (образование лунки). Такие приборы используются в ПНР, ГДР, Румынии и ряде других стран. Располагают ими и некоторые лаборатории в нашей стране [6, 12, 16]. Диаметр лунок на бетоне и эталоне может измеряться штангенциркулем, а также специальным измерительным микроскопом или угловым шаблоном. В полевых условиях наиболее пригоден угловой шаблон (см. рис. 26).

5. Бетонные и железобетонные изделия и конструкции

В ряде случаев может возникнуть необходимость упрощенно оценить качество готовых сборных бетонных и железобетонных изделий и конструкций, особенно тех, которые изготавливались на временных полигонах [11, 12, 14, 16, 19]. При наличии соответствующей лабораторной базы и времени следует всегда руководствоваться требованиями ГОСТ 13015—75. Однако при ускоренной оценке рекомендуется (с учетом ГОСТа и ТУ на контролируемые изделия) в первую очередь произвести визуальный контроль; затем

оценить отклонения в размерах, в прямолинейности и плоскостности поверхностей, в перпендикулярности углов; важно убедиться также в правильности положения закладных деталей и наличии соответствующей маркировки на изделиях и конструкциях.

Для проверки размеров необходимо пользоваться только стандартным мерительным инструментом — металлическими линейками (ГОСТ 427—75), рулетками (ГОСТ 7502—69), штангенциркулями (ГОСТ 166—80) и угольниками (ГОСТ 3749—77). Плоскостные отклонения проверяют натягиванием мягкой стальной проволоки диаметром 0,5—0,8 мм. Допустимые отклонения в размерах (в зависимости от собственных размеров конструкции) должны составлять:

а) для плит, балок, ригелей, колонн и ферм: по длине от ± 5 до ± 13 мм; по ширине от ± 5 до ± 8 мм; по высоте от ± 3 до ± 8 мм (для плит до ± 5 мм);

б) для фундаментных блоков до ± 20 мм и для свай до ± 25 мм;

в) отклонения в размерах отверстий должны быть не более ± 5 мм, а в размерах ребер, полок и т. п. от ± 3 до ± 5 мм, в зависимости от их высоты или толщины;

г) отклонения от перпендикулярности определяют в зависимости от длины изделий и могут допускаться до 3 мм при длине конструкции до 3 м и до 32 мм при ее длине 40 м.

Примерно такие же соотношения соблюдают и по отклонениям от плоскостности (для плит и панелей стен). Закладные детали не должны выступать из плоскости изделий или быть втиснутыми в нее более чем на 3 мм, а смещение их в плоскости не должно превышать 5 мм при размерах детали до 100 мм и 10 мм при размерах ее более 100 мм. При определении соответствия установки стальной арматуры в теле конструкции требованиям технических условий и норм проектирования пользуются положениями ГОСТ 17625—75.

При определении толщины защитного слоя и ее соответствия требованиям норм проектирования вырубают борозды шириной 15—20 мм длиной до 200 мм с последующей их заделкой качественным раствором. Такой проверке подвергают 10% партии изделий, для малых партий (менее 50 шт.) допускается проверка 2% партии изделий. При определении диаметров и расположения арматуры сначала производят внешний осмотр изделия — нужную информацию можно получить по выступающей или обнаженной арматуре на торцах изделий. Если этого недостаточно, то обнажают арматуру вырубанием борозд, как описано ранее. Номинальная толщина защитного слоя должны быть 10 ± 3 мм или 15 ± 3 (или ± 5 мм) при размерах поперечного сечения изделия до 400 мм. Она может составлять 20 ± 5 мм при больших размерах сечения.

Монтажные петли должны изготавливаться из стали класса А-I (Ст3), допускается их изготовление из стали 10ГТ (класс А-II). При этом следует иметь в виду, что сталь класса А-I не

разрешается применять в изделиях, предназначенных для работы в районах, где температура наружного воздуха может быть -40°C и ниже.

Сквозные трещины на поверхности изделий вообще не допускаются. Не допускаются трещины и на таких изделиях, как трубы, шпалы, свай и др., особенно на тех, которые предназначены для работы на открытом воздухе, а также в условиях агрессивных сред и при знакопеременных нагрузках. Трещины допускают, если их ширина не превышает 0,2 мм (трещины усадки или обжатия при предварительном напряжении конструкции).

ГЛАВА VI. СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ

1. Растворная смесь

Основные свойства растворной смеси — пластичность и однородность. Под пластичностью раствора понимают его способность хорошо укладываться на основание из кирпича или бетона, а также на оштукатуриваемые поверхности. Пластичный раствор хорошо растилается на основании, тогда как жесткий образует при этом разрывы (трещины). Пластичность растворной смеси зависит от вида и количества добавки к вяжущему, а также и от водоудерживающей способности смеси. Характеризуется пластичность растворов их подвижностью, которую измеряют с помощью конуса СтройЦНИИЛа [8, 15] (см. п. 2 гл. III и рис. 10) по глубине его погружения в раствор. Эта глубина погружения должна быть в растворах, идущих на заполнение швов при монтаже железобетонных конструкций 5—7 см; для кирпичной кладки 6—10 см; для бутовой кладки 4—7 см; для кладки из шлакобетонных камней 5—9 см; для штукатурных работ от 6—8 см до 11—12 см. Выбор подвижности растворов зависит от погоды, вида поверхности скрепляемого ими материала и способа нанесения. Так, в холодную погоду подвижность должна быть ниже на 2—4 см, также ниже должна быть подвижность при расстилке раствора по бетонной поверхности, чем по кирпичной; при ручном производстве штукатурных работ используются более подвижные (пластичные) растворы.

Показателем качества раствора является степень его расслаиваемости или его водоудерживающая способность. Один из способов быстрого определения степени расслаиваемости предложен В. Н. Новиковым [8]. По нему определяют устойчивость раствора в течение 30 мин с помощью того же конуса СтройЦНИИЛа. Раствор помещают в сосуд высотой около 30 см и диаметром не менее 15 см и сразу определяют величину погружения конуса. Через 30 мин снимают верхний слой раствора глубиной около 20 см и снова опре-

деляют величину погружения конуса на оставшейся части раствора. Нераслаивающиеся растворы будут характеризоваться разностью показателей погружения, близкой к нулю; разность погружения конуса в растворы средней расслаиваемости составляет до 2 см, а в сильно расслаивающиеся растворы более 2 см.

Можно рекомендовать и другой способ. Приготовленный раствор помещают в стеклянный лабораторный цилиндр (в крайнем случае можно использовать для этого стеклянные банки с широким горлом) и выдерживают 5—10 мин. Если смесь составлена плохо, то уже через это время на поверхности раствора образуется слой жидкости. Через 1 ч отставания в некачественных смесях объем жидкости составит $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ сосуда, тогда как в качественных смесях через такое же время слой жидкости на поверхности только начнет образовываться.

Качество растворов можно оценивать и по другим признакам: правильно изготовленный раствор хорошо укладывается тонким слоем; после транспортировки он не требует дополнительного перемешивания; сцепление кирпича с раствором должно происходить по всей поверхности; наличие «чистых» мест на кирпиче указывает на недостаточную подвижность раствора и способность к расслоению. Водоудерживающую способность раствора иногда определяют по скорости потери воды при нанесении его на кирпичную поверхность — хороший раствор отдает воду через 20—30 мин, а плохой — раньше.

Качество штукатурных растворов определяют часто по степени их прилипания к кирпичу [8]. Для этого вокруг кирпича, насыщенного водой в течение 5—7 мин и уложенного плашмя на горизонтальную поверхность, устанавливают рамку из любого материала (чаще всего из дерева или стали) причем так, чтобы верх ее был выше верха кирпича на 1—2 см, т. е. на слой штукатурки. Рамку заполняют раствором с 25-кратным штыкованием. Избыток раствора срезают, рамку снимают, а кирпич с раствором поворачивают на 90° , т. е. ставят на тычок. В таком положении кирпич выдерживают 5 мин, если после этого раствор не сползет, то кирпич поворачивают на 180° , ставят на противоположный тычок и снова выдерживают 5 мин. Признак хорошего качества раствора — отсутствие сползания раствора.

2. Затвердевший раствор

Основные свойства затвердевшего раствора определяются маркой раствора (его прочностью) и силой сцепления раствора с основанием. СНиП II-B.2-71 установлены следующие марки растворов: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 и 300. Марки 4—25 изготавливают на известии или на другом местном вяжущем, марки 25—75 — на смешанных вяжущих (цемент + известь), а марки 100 и выше — на портландцементе.

Стандартные определения марок растворов производят на образцах в виде кубов $7,07 \times 7,07 \times 7,07$ см или балочек $4 \times 4 \times 16$ см. Кубы изготовляют на пористом основании, балочки — в стандартных формах [7]. В полевых условиях лучше и проще определять марку раствора на образцах-балочках. Для этого используют рекомендации, изложенные в п. 2 гл. III. При определении марки раствора по результатам испытаний балочек можно руководствоваться данными табл. 21 и прил. 3.

Таблица 21

Прочность при изгибе, МПа	3—4	2—3	1—2	0,5—1
Марка раствора (ориентировочная прочность на сжатие, МПа $\times 10$)	~ 100	~ 50	~ 25	~ 10

С целью сокращения расхода вяжущего в растворах необходимо соблюдать определенное соотношение между маркой раствора и маркой вяжущего: последняя должна в 3,5—4 раза превышать первую. Марку цемента 400 следует применять без использования добавок только для получения растворов марок не ниже 100. В остальных случаях широко используют добавки из извести или глины, роль которых заключается не только в том, что они экономят цемент, но одновременно служат пластификаторами. Обычно количество таких добавок составляет 20—50% массы цемента.

Для упрощенного определения марки раствора в условиях строительной площадки можно рекомендовать способ, основанный на том, что сила сцепления раствора с кирпичом увеличивается с увеличением марки раствора [8]. Раствор помещают между двумя кирпичами, положенными крест-накрест, выдерживают в нормальных (комнатных) условиях 7 сут и по прочности сцепления судят о марке раствора. При этом исходят из следующего: так как один кирпич имеет массу около 4 кг, то в зависимости от прочности раствора к верхнему кирпичу «приклеивают» разное количество кирпичей; при поднимании всей этой «склеенной» системы за верхний кирпич происходит разрыв раствора; в зависимости от прочности раствора разрыв произойдет при разном количестве «приклеенных» кирпичей. Так, раствор марок 4—5 должен выдерживать массу 3 кирпичей, раствор марки 10 5—6 кирпичей, а марки 25 8—10 кирпичей. В случае производства работ в зимнее время кирпичную кладку ведут обычно методом замораживания. Контроль качества в этих условиях можно производить, используя описанный метод, но кирпичи, «склеенные» на морозе, вносят в теплое помещение и оставляют в нем на несколько суток (до семи). Испытания сразу после от-

таивания покажут, набрал ли раствор прочность до замораживания или нет, последующие испытания позволят судить о том, как он набирает прочность после оттаивания. Известно, что после 7-суточной выдержки в тепле прочность раствора не будет выше 50% прочности раствора при твердении без замораживания.

Можно судить о качестве раствора и по образцам, отобранным из швов кирпичной кладки или из штукатурного слоя [15]. Отбор таких проб из кладки целесообразно производить под оконными проемами, сняв один ряд или два ряда кладки. Образцы-пластинки размером не менее 50×50 мм и толщиной, равной толщине шва или слоя штукатурки, отбирают с помощью мастерка или ударами узкой части молотка вдоль шва или слоя. После оттаивания образцов в комнатных условиях можно сделать простейший анализ, который позволит ориентировочно судить о марке раствора: если образцы рассыпаются сами или они легко разминаются пальцами, то раствор не набрал прочности; если же для разрушения образцов требуется небольшое усилие и при этом образец не рассыпается, а разламывается на куски, то раствор относят к марке 4—10; при марках раствора более 25 для разрушения таких образцов требуется значительное усилие пальцев. Если есть возможность, то следует изготовить и испытать балочки из раствора, твердевшие как в условиях замораживания, так и в нормальных условиях. Сравнение полученных результатов в условиях лаборатории позволит более надежно судить о качестве производства работ.

ГЛАВА VII. БИТУМИНОЗНЫЕ ВЯЖУЩИЕ И МАТЕРИАЛЫ НА ИХ ОСНОВЕ

При наличии битуминозных материалов неизвестного происхождения прежде всего определяют, к какому виду относятся эти материалы — к битумным или дегтевым. Дегтевые материалы обладают резким характерным запахом фенола (карболки), а нефтяные битумы слабым запахом минерального масла; иногда нефтяные битумы не имеют запаха вовсе. При подогревании запах всегда усиливается. Для твердых битуминозных материалов (пеков и битумов) характерным признаком является также цвет: иссиня-черный для каменноугольных пеков и черный с коричневым оттенком для нефтяных битумов. Помимо этого пеки имеют более блестящую поверхность, чем битумы, и значительно жестче их, что особенно заметно при низких температурах. В изломе каменноугольные пеки имеют раковистую, глянцевиую поверхность.

Плотность дегтей и битумов также различается. У битумов она немного выше единицы (1,02—1,06), у каменноугольных пеков 1,2—1,25 г/см³. По плотности можно судить о наличии в битумах и дегтях минеральных наполнителей. Определение плотности может быть

рекомендовано по следующему методу. В сосуд (мензурку, стакан и т. п.) наливают воду, которой дают отстояться настолько, чтобы не было пузырьков воздуха. Ускорить процесс удаления воздуха можно кипячением. Затем из битума готовят шарик диаметром около 1 см и погружают его в воду. При плотности больше 1 шарик тонет в воде. Погружение будет тем быстрее, чем выше плотность материала. Добавляя постепенно к воде поваренную соль, увеличивают плотность воды до тех пор, пока шарик не будет плавать в ней на любом уровне. Это произойдет тогда, когда плотность раствора в сосуде будет равна плотности шарика. Плотность жидкости в этом случае определяют ареометром. При использовании такого метода следят за тем, чтобы к шарiku не приставали пузырьки воздуха, которые могут исказить результат.

Для распознавания битуминозных материалов могут быть предложены также и другие методы: а) на кусок листового стекла кладут кусок фильтровальной бумаги (в крайнем случае может быть использована чистая газетная бумага) размером примерно 3×3 см; на нее кладут пробу испытуемого материала массой 1—2 г (около 1—2 см³) и смачивают 5—15 каплями бензина или в крайнем случае керосина; битумный материал окрасит бумагу в густой коричневый или темно-бурый цвет, а материалы каменноугольного происхождения дадут очень слабое желто-зеленое окрашивание; б) раствор нефтяного битума в бензине, вылитый на бумагу, не оставляет углистых осадков, а раствор дегтевых материалов оставляет [8].

1. Марки битумов

Пробы битума отбирают в количестве примерно 2% от партии битума, но не менее чем из двух мест. Пробы вырезают нагретым ножом одним куском массой около 1 кг (объемом около 1 л). От каждого куска откалывают три кусочка из разных мест примерно одинаковой величины. Все отобранные кусочки расплавляют, перемешивают расплав и разливают в небольшие металлические емкости (отрезки труб, чашки и т. п.). Пробы для испытаний берут из остывших отливок. Марки битумов могут быть ориентировочно определены по внешним признакам, температуре размягчения и тягучести [7, 8].

При определении марки битума по внешним признакам исходят из следующего: битумы марок БН 90/10 (БН-V)¹ и БНК 90/30 (БНК-5) при комнатной температуре разбиваются на куски молотком с образованием осколков с блестящей поверхностью; битумы марки БН 70/30 (БН-IV) при ударе молотком разбиваются на крупные куски без осколков; битумы марок БН 50/50 или БНД

60/90 (БН-III) при ударе молотком частично деформируются, а на ровной поверхности они постепенно растекаются под собственным весом, оставаясь при этом достаточно твердыми наощупь; битумы марок БНД 90/130 (БН-II), БНК 45/180 (БНК-2) и БНД 130/200 (БН-I) при комнатной температуре мягкие наощупь.

Температуру размягчения битумов можно примерно оценить разминая кусочки битума пальцами. Битум БН 50/50 (БН-III) быстро разминается в руке и через непродолжительное время начинает размягчаться и прилипать к пальцам. Тугоплавкие битумы марок БН 70/30 (БН-IV) и БН 90/10 (БН-V) размягчаются значительно медленнее и даже при длительном разминании не прилипают к пальцам, а только оставляют темные следы на коже рук.

Тягучесть битумов можно приблизительно определить, разогревая кусочки битума над горящей спичкой или в пламени зажигалки. Как только битум расплавится, необходимо отвести его от огня и растянуть. При этом он либо сразу порвется, либо растянется. В первом случае будет битум марки БН 90/10 (БН-V) или БН 70/30 (БН-IV). Во втором случае оценивают примерную длину получившейся нити: если она будет составлять 20—40 см, то битум может быть отнесен к марке БН 50/50 (БН-III), если же ее длина окажется больше 50—60 см, будет марка БНД 90/130 (БН-II) или БНД 130/200 (БН-I).

2. Асфальтовая мастика и асфальтобетон

Асфальтовая мастика в свежем изломе должна быть землисто-черного или темно-коричневого цвета с заметными черными крупинками битума. Асфальтовую мастику изготавливают на основе битумно-минеральной смеси по ГОСТ 17060—71. Доброкачественная мастика при нагревании в котле плавится, а не рассыпается мелкими комочками. Если мастика разваливается на мелкие комочки, это значит, что в ней присутствуют нефтяные остатки (мазут). Приготовленный на такой мастике асфальтобетон будет иметь рыхлую, неплотную структуру и пониженную прочность.

Другой вид испытания мастики состоит в том, что при трех-четырех ударах кувалдой по плитке из доброкачественной мастики она растрескивается на 4—5 частей, при этом звук удара будет глухой. Если плитка от ударов не растрескивается или если от ударов на ней образуются только углубления, это значит, что в мастике есть излишек битума и что он имеет низкую температуру размягчения и, следовательно, мастика имеет излишнюю легкоплавкость.

Для оценки качества асфальтобетона (ГОСТ 9128—76) может быть предложено несколько способов. Первый из них заключается в том, что плитку из литого асфальтобетона размером 15×15×4 см или 20×20×5 см берут за один угол и разбивают

¹ Здесь и далее в скобках даны марки битумов по ГОСТ 1544—52 (он отменен), без скобок — по действующим ГОСТ 6617—76, ГОСТ 9548—74, ГОСТ 9812—75 (строительные битумы) и ГОСТ 11954—66 (дорожные вязкие битумы).

ударяя ее противоположным углом. Асфальтобетон считают удовлетворительного качества, если излом у разбитой плитки проходит через зерна гравия. Если зерна гравия не разрушены, то можно считать, что прочность асфальтобетона недостаточна и покрытия из него будут недолговечны.

Прочность литого асфальтобетона и правильность подбора его состава можно ориентировочно проверить по глубине погружения в него после остывания гвоздя диаметром 3 мм или перочинного ножа под нажимом руки. Прочная и плотная смесь дает покрытие, в которое гвоздь или нож не проникают более чем на 5 мм. Температуроустойчивый, правильно подобранный асфальтобетон не размягчается на солнце в летние месяцы и не оставляет след обуви пешеходов и колес машин. Температуроустойчивость асфальтобетона можно также определить по температуроустойчивости асфальтовой мастики в нем.

Оценить пластичность асфальтобетона и определить оптимальность содержания битума в нем до укладки его в покрытие можно по следующим признакам: хорошо приготовленный (достаточно пластичный) асфальтобетон, будучи брошен на землю, не распадается, а сохраняет форму одного комка; если асфальтобетонная смесь суха и с трудом разглаживается, а на поверхности покрытия образуются заметные поры, не поддающиеся заглаживанию, значит в смеси недостаточно битума. Излишне жидкая, подвижная в укладке смесь и наличие на покрытии маслянистых, блестящих пятен свидетельствует об избытке в смеси битума.

3. Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы

Для определения физико-механических характеристик материалов от каждого рулона, отобранного от партии, делают срыв по всей ширине рулона не менее 1 м по длине и на расстоянии от начала рулона не менее 3 м. Из каждого срыва для испытания вырезают на расстоянии около 20 см от края по три образца каждый размером 30×30 см.

Определение вида рулонного материала. В настоящее время промышленность выпускает разнообразные рулонные материалы. Определять виды рулонных материалов на основе битумов и дегтей можно пользуясь данными табл. 22.

Оценку качества рулонных материалов в построечных условиях определяют по описанным далее показателям.

Размеры, массу и внешний вид проверяют следующим образом: отобранные рулоны развертывают на всю длину (10—20 м) при температуре желательнее не ниже 5°C и осматривают; на поверхности доброкачественного материала не должно быть дыр, разрывов, складок, надрывов кромок и других повреждений, полотно в

Таблица 22

Материал, ГОСТ	Характерные внешние признаки
Пергамин, ГОСТ 2697—75	Имеет матовую черно-коричневую поверхность пропитанного битумом отжато го картона
Рубероид с мелкой минеральной посыпкой, ГОСТ 10923—76	Имеет черную, покрытую тальком поверхность, при надрыве видна картонная основа, пропитанная битумом; битум снимается с поверхности ногтем
Рубероид с чешуйчатой посыпкой с одной стороны, ГОСТ 10923—76	Лицевая сторона покрыта чешуйками слюды, обратная — тальком; с обратной стороны битум снимается ногтем
Рубероид с крупнозернистой посыпкой с одной стороны, ГОСТ 10923—76	Лицевая сторона покрыта крупными высевами песка либо полимерцементной крошкой, которая окрашена в яркие тона (зеленый, красный и др.)
Гидроизол, ГОСТ 7415—55	Внешне напоминает пергамин, но более тяжелый и имеет поверхность с рисунком асбестового картона — волнистые линии поперек рулона; при перегибе на 180° трескается
Стеклорубероид, ГОСТ 15879—70	Напоминает рубероид, но толщину имеет более 2 мм; значительно тяжелее рубероида, лицевая поверхность может покрываться тальком или крупнозернистой посыпкой; при надрыве хорошо видны стеклянные нити, рвется со значительным усилием
Фольгоизол, ГОСТ 20429—75	Алюминиевая фольга с отштампованным рифлением, покрытая с одной стороны мастикой изол; мастика защищена целлофановой пленкой
Изол, ГОСТ 10296—79	Рулонный эластичный материал без армирующей основы толщиной 2 мм; поверхность бугристая, прочность на разрыв незначительная — легко рвется руками, свежий надрыв имеет запах резины
Толь кровельный с песочной посыпкой, ГОСТ 10999—76	Хрупкий рулонный материал черного цвета, запах свежего разрыва — дегтевый, поверхность покрыта песком, посыпка сравнительно легко отделяется от поверхности материала
Толь кровельный с крупнозернистой посыпкой, ГОСТ 10999—76	Напоминает рубероид с крупнозернистой посыпкой, но более хрупкий, посыпка плотная, разрыв имеет запах дегтя

Примечание. Посыпка для рубероида и толя может быть одно-сторонней и двухсторонней.

рулоне не должно быть слипшимся; одновременно определяют и размер полотна, по данным обмера вычисляют площадь; массу рулонов определяют с точностью до 0,1 кг (без упаковки); по площади и массе можно ориентировочно определить марку материала; иногда полезно измерить и толщину материала с помощью штангенциркуля (ГОСТ 166—80).

Полноту пропитки проверяют при использовании материалов на картонной основе. Для этого на расстоянии не менее 5 см от кромки рулона вырезают по одной полоске размером 5×10 см от каждого отобранного образца. Полоску расщепляют по картону и устанавливают цвет, наличие непропитанных мест и посторонних включений. При обнаружении непропитанных светлых мест или посторонних включений на расстоянии не менее 1 м от предыдущей (по длине) пробы отбирают вторую пробу и проверяют таким же образом. Если при этом снова будут обнаружены непропитанные места, материал бракуют.

Гибкость определяют на полосках размером 2×6 см, вырезанных из каждого образца в продольном направлении рулона. Полоски выдерживают в воде в течение 10—15 мин при комнатной температуре, а затем оборачивают вокруг стержней разного диаметра, как показано в гл. IX (см. рис. 29). При этом не должно быть поверхностных трещин. Диаметры стержней должны быть: для пергамина 10 мм, для рубероида с мелкой и чешуйчатой посыпкой 20—30 мм, для рубероида с крупнозернистой посыпкой 30—40 мм, для толя с песочной посыпкой 20 мм, а с крупнозернистой посыпкой 30 мм, для стеклорубероида 20 мм. Гидронзол и изол проверяют изгибом полоски на 180°. После 10—15 перегибов на образцах не должно быть сквозных трещин.

Водонепроницаемость определяют следующим образом. Из материала вырезают квадрат 30×30 см, осторожно его сгибают так, чтобы получилась коробка высотой 10 см и основанием 10×10 см. Чтобы коробка не развернулась, нужно закрепить ее края канцелярскими скрепками. В коробку наливают воду до уровня 5 см и ставят ее на стекло. Испытания проводят при комнатной температуре. Испаряющееся количество воды ежедневно доливают до прежнего уровня, а стекло под коробкой осматривают, осторожно отодвигая коробку. Фиксируют время, прошедшее от начала испытаний до того момента, когда обнаружат на стекле следы влаги. Водонепроницаемость характеризуется временем в сутках, прошедшим от начала испытания до времени появления на стекле следов влаги [7, 8].

Для более точного определения водонепроницаемости в воду добавляют соляной или серной кислоты, а под коробку помещают лакмусовую бумагу, изменяющую окраску в слабощелочной среде. При просачивании влаги бумага окрашивается. Метод применяют для определения водонепроницаемости всех видов толя: для толя кровельного с песочной посыпкой время до просачивания должно

быть не менее 5 сут, для других видов толя в зависимости от марки (массы 1 м² основы) — при марке 350 не менее 6 сут, при марке 250 не менее 4 сут. Рубероид и другие виды рулонных материалов испытаниям на водонепроницаемость не подвергаются.

Теплостойкость определяют тогда, когда есть для этого соответствующее оборудование (сушильный шкаф с термометром, позволяющий регулировать температуру нагрева до 100°C). Определяют теплостойкость только тех материалов, которые идут на верхние (покровные) слои кровель. Из каждого образца вырезают по одной полоске 5×10 см и помещают в сушильный шкаф, предварительно нагретый до 80°C для битумных материалов и до 45°C для дегтевых материалов. Полоски подвешивают в шкафу в вертикальном положении. Выдерживают образцы в шкафу 2 ч, после чего осматривают. Если есть на них натеки, вздутия покровного слоя, сползание посыпки или иные повреждения, то материал признается недостаточно теплостойким и бракуется.

4. Приклеивающие мастики

Битумные или дегтевые мастики представляют собой смеси битума или дегтя с наполнителями, растворителями и антисептиками. Смешивание битумов с дегтями не допускается во избежание снижения качества мастик и их долговечности. Горячие мастики должны иметь температуру, соответствующую примененному в них вяжущему: для битумов 160—200°C и для дегтей 140°C. В качестве наполнителей лучше всего использовать асбестовый порошок (асбест VI—VII сортов) или древесную муку.

Однородность можно проверить по нанесению мастики с помощью шпателя слоем в 2—3 мм на поверхность куска стекла. Хорошая мастика должна содержать наполнитель, равномерно распределенный по массе мастики, и хорошо расстилаться слоем 2—3 мм.

Гибкость рекомендуется определять путем нанесения слоя мастики 2—3 мм на образец пергамин размером 50×100 мм с последующим оборачиванием такого образца вокруг круглых стержней разного диаметра. Проверку на таких стержнях производят после остывания мастик, не ранее чем через 2 ч после нанесения. При оборачивании мастика не должна покрываться трещинами. Минимальный диаметр круглых стержней должен быть 10 мм. Используют для этого стержни диаметрами 10, 15, 20, 30 и 40 мм. Одновременно этим методом определяют температуроустойчивость мастики: если она начинает трескаться на стержне 15 мм, то ее температуроустойчивость составляет 50—55°C, образование трещин на стержне 40 мм говорит о температуроустойчивости около 100°C [8]. Качество приклейки мастики оценивают путем склейки двух образцов пергамин размером 50×100 мм и их расщепления. При этом расщепление (после остывания — для горячих мастик) должно пройти на 50% по пергаминам.

ГЛАВА VIII. ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Виды полимеров

Все пластики делят на термопласты и реактопласты. Основное отличие первых от вторых заключается в том, что первые способны при нагревании размягчаться. Помимо этого существуют и другие физические, химические и технологические отличительные особенности термопластов от реактопластов: пленки и волокна изготовляют только из термопластов; термопласты, как правило, имеют меньшую твердость и большую деформативность, чем реактопласты; реактопласты же более хрупки; многие термопласты способны растворяться в органических растворителях, а реактопласты — нет; реактопласты характерны отчетливо видимым наполнителем — тканью, волокнами, бумагой, древесным шпоном и др.; изделия из термопластов изготавливают литьем под давлением, экструзией (непрерывным выдавливанием), пневмоформованием, каландрованием, сваркой и др., а изделия из реактопластов — горячим прессованием, контактным формованием, пропиткой и др.

Наиболее простой способ идентификации полимера основан на измерении его твердости. Для этого ногтем проводят с некоторым усилием черту по материалу и если его твердость меньше $HВ\ 20$ — 25^* , то на материале остается след ногтя. При необходимости более точного определения твердости пластика можно воспользоваться шкалой Мооса (см. табл. 1) или известной твердостью некоторых металлов по Бринеллю ($HВ$):

олово, свинец	10—14
алюминий	20
латунь	25—50
литейно-алюминиевые сплавы	50—70
бронзы	50—80
сталь Ст3	120—150

Вследствие пониженной твердости и особенностей надмолекулярного строения, термопласты обладают способностью резаться ножом (бритвой). Поэтому с них можно снять стружку. С пластиков из термореактивных смол снять стружку не удастся, так как они крошатся.

Строительные пластики (линолеумы, декоративная пленка, скобяные изделия, поручни, облицовочная плитка и др.) чаще всего изготавливают из термопластичных полимеров. Исключение составляют бумажно-слоистый пластик и листовой (гладкий или волнистый) стеклопластик, которые производят на основе термореактивных смол. Декоративный бумажно-слоистый пластик (ДБСП) — листо-

* $HВ$ — твердость по Бринеллю (см. п. 2 гл. XII); 1 $HВ$ = 10 МПа.

вой толщиной до 5 мм материал с поверхностью, имитирующей ценные породы дерева, мрамор, керамику или имеющий цветную (гладкую или с печатным рисунком) поверхность. Этот материал отличается достаточной твердостью (хотя царапается ножом) и хрупкостью (ломается вручную). Листовой стеклопластик — это также декоративный строительный материал, представляющий собой листовой стекловолокнист. Он полупрозрачен, в нем хорошо видны хаотически расположенные волокна; он может иметь различную окраску (желтую, зеленую, красную и т. п.). Листы, в которых наполнитель не виден, чаще всего изготовлены из термопласта; характерно, что они обладают достаточной гибкостью. Такие листы могут быть изготовлены из полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида. Органические стекла изготавливаются из термопластов (полиметилметакрилата, полистирола). Если на изделии есть излом, то он тоже может помочь в определении класса полимерного материала: реактопласты хрупки и поэтому их излом будет иметь характерную поверхность, термопласты разрушаются, как правило, вязко и почти всегда с деформированием места излома.

Способ изготовления полимерных материалов сказывается на их внешнем виде. Например, если изделие имеет явные следы сварки, то оно наверняка изготовлено из термопластов; если оно имеет форму гибкой трубы (погонажного изделия), его относят к термопластам; если на изделии есть следы литников, оно изготовлено чаще всего из термопластичного полимера, а если наблюдаются следы снятых наждаком заусенцев, значит оно из реактопласта. Слоистые листовые материалы производят из реактопластов. Некоторые из перечисленных выше методов могут быть рекомендованы одновременно и для идентификации вида полимера в пластмассе. Особенно полезным здесь может оказаться уже рассмотренный выше метод сопоставления твердости и, кроме того, внешний вид изделия.

Для более точного определения вида полимера можно рекомендовать следующие методы.

Определение вида полимера по его плотности. С помощью этого метода довольно просто определить полимеры, входящие в группу так называемых полиолефинов (полиэтилен, полипропилен и другие), так как их плотность почти всегда меньше 1 и они в воде не тонут. Другие полимеры имеют плотность больше 1. Поэтому их определяют с помощью растворов солей с плотностью 1,1—1,4 г/см³. Опуская в эти растворы материалы можно найти их примерную плотность. При наличии простейшей лаборатории можно определить плотность обычным путем, т. е. нахождением массы образца материала и его объема.

Определение вида полимера по поведению в химических реактивах. Можно рекомендовать перечень самых необходимых реактивов для идентификации вида полимера: серную кислоту, ацетон, бензин, керосин, уксусную кислоту и этиловый спирт. Имея эти ре-

Наименование полимера	Плотность (ρ), г/см ³ ; твердость (НВ) по Бриггелю	Поведение в химических реактивах	Характер поведения в пламени; запах	Другие признаки
Термопласты (термопластичные полимеры)				
Полиэтилен (ПЭ) высокого давления (ВД); низкого давления (НД)	$\rho = 0,92-0,96$; $HB = 1,5-2,5$; $HB = 4,5-6$	Немного набухает в бензоле, четыреххлористом углеороде, хлороформе; ПЭ нд, кроме того, пластифицируется в маслах и жирах; при повышенных температурах (св. $+50^\circ\text{C}$) полностью растворяется в перечисленных растворителях; разрушается в концентрированной азотной кислоте	Медленно горит синеватым пламенем с оплавлением и подтеканием полимера; запах парафина	Материал на ощупь напоминает парафин, легко режется ножом; в тонком слое очень эластичный; неокрашенный почти прозрачен; при толщине более 1 мм имеет цвет разбавленного молока
Полипропилен (ПП)	$\rho = 0,9-0,92$; $HB \approx 6$	При длительном пребывании в азотной кислоте при комнатной температуре становится хрупким; кратковременное пребывание в горячей азотной кислоте вызывает растрескивание материала; в органических растворителях ведет себя так, как ПЭ	Горит хорошо светящимся, а у основания синеватым пламенем с подтеканием полимера; запах жженой резины или сургуча	Легко режется ножом, в тонком слое менее прозрачен, чем ПЭ, имеет слабо желтоватый оттенок
Поливинилхлорид (ПВХ): жесткий, мягкий (пластифицированный)	$\rho = 1,38-1,42$; $HB = 15-16$ (жесткий)	Растворяется в циклогексаноне, четыреххлористом углеороде, хлороформе, пиридине, дихлорэтане; набухает в ацетоне, бензине, бен-	Горит ярким зеленым пламенем, гаснет при удалении пламени, пластифицированные составы горят коптящим пламе-	В месте изгиба белеет; жесткий ПВХ режется труднее ПЭ и ПП, но легко царапается; при отрицательных темпера-

Полистирол и его сополимеры (ПС): обычный ударопрочный	$\rho = 1,04-1,08$; $HB = 14-15$; $\rho = 1,1-1,115$; $HB = 9-18$	золе при комнатной температуре; стоек к сильным кислотам и щелочам, пластифицированные составы менее стойки Растворяются в бензоле, толуоле, метилхлориде, четыреххлористом углеороде, хлороформе, пиридине; набухает в бензине, ацетоне и керосине (при длительном пребывании); разрушается в концентрированной HNO_3	нем; резкий запах хлора или соляной кислоты Горят ярким, сильно коптящим пламенем; запах сладковатый, цветочный (гиацинта)	турах хрупок Хорошо окрашиваются в яркие тона; хрупки; могут быть прозрачны; поверхность блестящая; хорошо царапается ножом, режется
Полиметилметакрилат (ПММА): подделочное и светотехническое оргстекло, авиационное оргстекло	$\rho = 1,18-1,2$; $HB = 7-13$; $HB = 21-27$	Растворяются в бензоле, ацетоне, этилацетате; ПММА также в дихлорэтане, уксусной кислоте и хлороформе; нестойки к фосфорной и серной кислотам, сероводороду, 100%-ному метиловому и этиловому спиртам	Загораются и хорошо горят с оплавлением у кромок пламени; пламя синевато-светящееся; запахи: ПА — фруктовый; ПММА — резкий эфирный	Хорошо царапается ножом; как правило, изделия прозрачные, даже если окрашены в различные цвета; могут быть матовыми; обычно применяются без наполнителей
Полиамиды (капрон, нейлон, стилон, дедерон и др.)	$\rho = 1,1-1,17$; $HB = 9-25$	Растворяются в 80%-ном феноле, муравьиной кислоте, уксусной кислоте; нестойки к концентрированным соляной и серной кислотам, а также к 65%-ной азотной кислоте	Загораются с трудом, горят медленно с плавлением синеватым пламенем; у кромок пламени желтеют, по вынесению из пламени затухают; запах сургуча, жженого волоса или кости	Изделия, как правило, желтовато-молочного или желтовато-серого цвета; в виде пленки прозрачные

Наименование полимера	Плотность (ρ), г/см ³ ; твердость (HV) по Бринеллю	Поведение в химических реактивах	Характер поведения в пламени; запах	Другие признаки
Полиуретаны	$\rho = 1,21$; —	Растворяются в 80%-ном феноле, муравьиной и уксусной кислотах; нестойки к концентрированной серной кислоте	Хорошо горят синеватым пламенем, у кромки пламени желтеют; запах резкий, миндальный (синильной кислоты)	Материал желтоватого цвета, чаще всего встречается в виде пенопластов
Полиэтилентерефталат (лавсан, дакрон, терилсен)	$\rho = 1,38$; $HV = 23 - 27$	Растворяется при комнатной температуре в диметилформамиде, метакризоле, концентрированной серной кислоте	Медленно горит с плавлением, коптит, не всегда затухает по вынесении из пламени; запах слабый, напоминает запах парафина	Изделия молочно-серого цвета, если изготавливаются без красителей и наполнителей; в тонком слое (пленка) — прозрачные с беловатым оттенком

Реактопласты (термореактивные полимеры)

Феиопласты (пластмассы на основе фенолформальдегидной смолы)	Чистые смолы: $\rho = 1,14 - 1,3$; HV до 30 Смолы с наполнителем: $\rho = 1,4 - 2$; HV до 60	Набухают в щелочах, разрушаются в концентрированной серной кислоте; стойки ко всем растворителям	Не плавятся, загораются с трудом, большей частью тлеют в зависимости от вида наполнителя; самозатухают; запах фенола; при бумажном и хлопчатобумажном наполнителях имеют запах жженой бумаги	Цвет от светло-коричневого до черного; шкуркой обрабатываются с трудом; изделия часто хрупкие; при обработке наждаком или шкуркой появляется запах феиопласта
--	---	--	--	---

Аминопласты (пластмассы на основе мочевины и меламиноформальдегидных смол)	$\rho = 1,5 - 1,8$; $HV = 25 - 30$	В результате длительного пребывания в воде набухают и тускнеют; нестойки к концентрированным щелочам и кислотам	Загораются с трудом; при горении обугливаются и темнеют, по краям образуется белый налет; запах аммиака и формальдегида	Цвет изделий любых светлых и ярких тонов; без красителей и наполнителей грязно-молочного цвета; твердый и хрупкий; без запаха
Эпоксипласты (пластмассы на основе эпоксидных смол)	Смолы: без наполнителя $\rho = 1,3 - 1,5$; с наполнителем ρ до 2,3; HV до 40	Материалы высокой химической стойкости; менее стойки смолы холодного отверждения (набухают в сильных растворителях); нестойки к концентрированным кислотам	Без антипиренов горят светящимся пламенем, при удалении пламени гаснут; не размягчаются; запах фенола (карболки)	Цвет смол от желтого до коричневого; полупрозрачный; изделия обладают высокой ударной вязкостью; при совмещении с фенольными смолами изделия похожи на фенопластовые
Эфиропласты (полиэфирные пластмассы)	Смолы: без наполнителя $\rho = 1,2 - 1,4$; с наполнителем ρ до 2,2; $HV = 12 - 25$	Нестойки к сильным щелочам; сероуглероду, сернистым газам, жидкому аммиаку; недостаточно стойки к нефтепродуктам (при длительном соприкосновении)	Без антипиренов воспламеняются и горят светящимся пламенем, особенно, если включают в свой состав стирол и метилметакрилат; запах сладковатый	Наиболее пластичны термореактивные смолы; без наполнителя прозрачные или полупрозрачные, хорошо окрашиваются в массу

активы, можно идентифицировать основные полимеры [10]. Испытуемый материал выдерживают в реактиве от 30 мин до 1 ч. После этого по набухаемости, растворимости или полному разрушению устанавливают вид полимера.

Определение вида полимера по характеру его поведения в пламени. Испытание проводят в пламени газовой горелки, а в полевых условиях — в пламени зажигалки или спички. Большинство полимеров горит, но характер их горения различен. Кроме того, одни по вынесению их из пламени затухают, другие продолжают гореть, одни горят с треском, другие горят коптящим пламенем и т.п. Все эти признаки с учетом определения запаха во время горения полимера помогают определить его вид. Побочным признаком при горении полимерного материала может служить характер расплава и внешний вид после вынесения его из пламени.

Другие признаки, используемые при определении вида полимера. Такими признаками могут быть степень окрашиваемости, определение на ощупь, изменение цвета при деформировании, запах при механической обработке, характерный запах пластификатора, цвет незаполненного полимера и др. Перечисленные выше признаки сведены в табл. 23 и могут быть использованы при идентификации полимера.

2. Определение качества некоторых строительных пластиков

Полимерной основой почти всех видов линолеума является поливинилхлорид (ПВХ). Линолеумы выпускают на тканевой основе (ГОСТ 7251—77), войлочной или другой теплоизолирующей основе (ГОСТ 18108—80) и многослойные без подосновы (ГОСТ 14632—79). Они поступают на строительство в рулонах. Кроме того, производят однослойные и многослойные линолеумные плитки, которые поступают в пачках. Рулоны и пачки обязательно завертывают в бумагу и на нее наклеивают этикетки.

Качество линолеумов и плиток оценивают на основании контроля 3% партии, но не менее двух рулонов или пачек. Прежде всего оценивают по внешним признакам и виду: порвана ли бумажная упаковка (следы небрежной погрузки или разгрузки); кромки рулона или плиток должны быть параллельны и на них не должно быть вмятин и заусенцев; лицевая поверхность должна быть гладкой, без пятен, бугорков, наплывов, царапин, раковин; может быть допущена слабая волнистость на 3% поверхности и не более шести бугорков на 1 м² изделия; толщина должна быть равномерной по всей длине рулона и для всех плиток партии (определяют с помощью штангенциркуля); окраска и блеск поверхности должны быть равномерными, а подоснова — без дыр, пробоев и прорывов.

Длина рулонов должна быть не более 12 м для всех видов линолеума.

Твердость линолеумов и плиток может быть проверена одним из следующих методов. Ее оценивают по отсутствию вмятины от шарика диаметром 3 мм, на который действует груз в 1 кг в течение 1 мин; можно проверить твердость по просадке от груза в 200 кг, действующего на штамп площадью 9—10 см², помещенного в углубление плитки, просадка в этом случае не должна превышать 20% толщины материала при времени действия груза 1 сут. Твердость линолеумов на тканой основе и многослойных оценивают, как и плиток; а линолеумов на войлочной основе по действию штампа 10 см² под грузом 100 кг; груз не должен «прорезать» линолеум своими кромками, а остаточная деформация после снятия груза не должна превышать 1 мм [15].

Погонажные профильные изделия из поливинилхлорида (ПВХ) выпускают в соответствии с ГОСТ 19111—77 трех разновидностей — мягкие, полужесткие и жесткие. Они могут поставляться на строительство в виде бухт с длиной изделия 21—48 м и в виде мерных отрезков каждый длиной максимально до 4 м (средняя длина обычно бывает 3—3,6 м). Погонажные изделия из ПВХ широко используют в качестве поручней, плинтусов, раскладок и т.п. Поперечные сечения некоторых погонажных ПВХ изделий показаны на рис. 28.

В условиях строительной площадки качество погонажных изделий прежде всего проверяют по внешнему виду, что предусматривается и стандартом. Поверхность таких изделий не должна иметь зазубрин, наплывов и других дефектов. Мерные отрезки должны быть прямыми.

Наиболее удобно оценивать качество таких изделий по внешнему виду, сравнивая их с внешним видом отобразного эталона. При необходимости можно определить твердость изделий, по которой легко судить о принадлежности изделия к тому или иному виду: мягкие изделия допускают вдавливание шарика диаметром 5 мм под действием груза 10 кг в течение 1 мин до 2 мм, полужесткие — до 1 мм, а жесткие — до 0,2 мм. Вместо шарика можно использовать отрезок стальной проволоки диаметром 5—6 мм, уложенный между изделием и грузом. В этом случае оце-

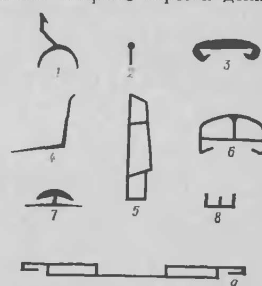


Рис. 28. Поперечное сечение погонажных изделий из ПВХ
мягкого: 1 — нащельника для ванн; 2 — нащельника-канта; 3 — поручня полужесткого; 4 — плинтуса углового; 5 — плинтуса с каналами; 6 — поручня; 7 — раскладки для облицовки листовых материалов; 8 — направляющих для мебели; жесткого: 9 — элемента внутренней облицовки

цивают визуально. Разновидность изделий может быть определена по цвету полос на этикетках (если они сохранились): голубой цвет установлен для мягких изделий, красный — для полужестких и зеленый — для жестких. Сравнительно просто также определить гибкость погонажных изделий огибанием отрезков длиной 200—300 мм вокруг трубы; при этом они не должны трескаться или белеть. Диаметр трубы должен быть: для мягких изделий — 30 мм, полужестких — 60 мм.

Пено- и поропласты выпускают как из термопластов (полистирола, поливинилхлорида, некоторых видов полиуретана), так и из реактопластов (фенолформальдегидные, мочевиноформальдегидные — минора, эпоксидные). Производят такие материалы, как правило, в виде плит в соответствии с ГОСТ, ТУ, ВТУ, МРТУ и другими нормирующими документами (например, полистирольный пенопласт по ГОСТ 15588—70, фенольный по ГОСТ 20916—75, минора по МРТУ 6-05-1112-68).

Различать пенопласты можно по цвету и жесткости: все полистирольные пенопласты имеют белый цвет; поливинилхлоридные, как правило, желтоватый; фенольные поропласты все коричневого цвета; пеноэпоксиды также имеют желтоватый оттенок. Все пенопласты на основе термопластов при пробе «пальцем» оставляют на поверхности мягкий след, у термореактивных поропластов при такой пробе поверхность разрушается, так как они существенно более хрупки по сравнению с термопластичными пенопластами.

О прочности пенопластов можно косвенно судить по их средней плотности и по усилию, необходимому для вдавливания пальца в материал. Так, палец легко вдавливается в материал при небольшом нажатии, если средняя плотность его составляет $<100 \text{ кг/м}^3$. В этом случае прочность вспененных пластмасс на сжатие бывает обычно в пределах 0,7—1 МПа. Для идентификации (определения) полимера, из которого изготовлен пенопласт, используют данные табл. 23.

ГЛАВА IX. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Основными составляющими любого лакокрасочного материала являются связующее (пленкообразователь) и пигмент. На практике приходится иметь дело с готовыми красочными составами или с полуфабрикатами — густотертыми красками, которые доводят до малярной консистенции путем добавления связующего. Их испытания проводят в условиях строительства при длительном хранении, при нарушении упаковки, отсутствии или неясной маркировке и т. п. Пробы отбирают обычно из расчета 10% общего количества мест (ящиков, бочек, барабанов). Из каждого отобранного места берут около 500 г материала. Затем пробы соединяют, перемешива-

ют и отбирают среднюю пробу, составляющую около 1000 г. При этом следят, чтобы в нее не попала пленка затвердевшей краски (связующего).

1. Виды связующих

В настоящее время основную роль в строительной практике играют масляные, эмалевые и вододисперсионные краски. Клеевые и силикатные краски применяются реже. Масляные краски изготовляют на основе натуральной (чаще льняной) или полунатуральных олиф (типа оксоль или комбинированных марок К-1, К-2 и др.). Кроме того, для изготовления эмалевых красок используют олифы: глифталевые и пентафталевые (алкидные). Все олифы имеют желтый цвет разной насыщенности — от светло-желтого до темно-желтого. Наиболее светлые олифы: натуральная льняная (ГОСТ 7931—76) и пентафталевая (ТУ), а самая темная — оксоль (ГОСТ 190—78). Плотность всех олиф различна: льняной и конопляной 0,93—0,96, оксоли 0,87—0,9, а искусственных 1—1,2 г/см³. Следует иметь в виду, что плотности даны для свежих олиф. В открытых емкостях олифы за счет окисления кислородом воздуха и улетучивания растворителей быстро уплотняются. В меньшей степени это характерно для натуральных олиф и в большей для олиф комбинированных, искусственных и оксоли, в которых содержится 30—50% растворителя (чаще т. н. уайт-спирита — лакового бензина). Запах растворителя может помочь при определении вида олифы [13].

Цвет связующего (олиф или лаков) обычно определяют способом визуального сравнения. Для этого необходимо иметь несколько стеклянных сосудов (например, стаканы), не отличающихся друг от друга толщиной стенок и прозрачностью. Залитую в сосуд жидкость осматривают на свет. Натуральная льняная и пентафталевая олифы обычно имеют цвет слабой или средней заварки чая (цвет подсолнечного масла), а оксоль — цвет крепкой чайной заварки. Глифталевые и комбинированные олифы имеют промежуточные оттенки желтого цвета, при этом комбинированные олифы всегда более темные.

Плотности олиф определяют с помощью ареометров (денсиметров). При отсутствии стандартных ареометров плотности можно ориентировочно сравнить с помощью простейшего приспособления — хорошо обструганной деревянной палочки с грузом на одном конце в виде вбитого в ее торец гвоздя или надетой на этот торец гайки. Опуская такое приспособление поочередно в сосуды со связующими и отмечая на нем карандашом уровень поверхности, легко установить, какая из жидкостей легче. Для определения могут использоваться и другие признаки. Например, оксоль часто бывает немного мутноватой, особенно после длительного хранения.

Вязкость олиф, как и других связующих, проверяют с помощью специальных воронок с калиброванным отверстием — вискозиметров.

Наиболее распространен стандартный вискозиметр ВЗ-4. Однако вязкость связующих (олиф и др.) можно удовлетворительно определить с помощью выкраски щетинной кистью по поверхности оконного стекла или кровельной стали площадью до 20 дм². При стандартной вязкости связующих в тонком слое образуются едва различимые штрихи, которые примерно через 1 мин растекаются, если же штрихи сразу не образуются, это означает, что связующее чересчур жидко, а если штрихи очень заметны и не растекаются, то связующее густо и требует разбавления. Разбавителем натуральных олиф является скипидар, алкидных — ацетон, а оксоли и комбинированных олиф — уайт-спирит. Кроме того, связующие нормальной вязкости должны стекать с кисти равномерной струйкой.

Скорость твердения (высыхания) связующих определяют в полевых условиях примерно так же, как и в лабораторных. На сухую стеклянную пластинку (9×12 см) или пластинку из кровельной стали наносят тонкий слой олифы, лака или другого связующего, ставят пластинку на 30 мин под углом 45°, чтобы избыток связующего мог стечь. После этого пластинку помещают в защищенное от пыли место в горизонтальном положении. По требованиям стандарта на испытания (ГОСТ 19007—73) высыхание от пыли должно наступить не позднее чем через 12 ч для всех олиф, кроме алкидных, и через 3—4 ч для алкидных олиф; полное затвердевание должно наступить не позднее чем через 24 ч для всех видов олиф. При этом стандартными считаются следующие условия твердения: температура 18—20°C и относительная влажность воздуха 60—70%.

Высыхание от пыли (первой степени) проверяют так: пластинку с нанесенным слоем связующего периодически вынимают и дышат на нее, держа на расстоянии примерно 10 см от рта; появление матового пятна указывает на образование тонкой пленки; на которой и конденсируется влага при дыхании; время от начала нанесения до появления матового пятна и считается временем высыхания первой степени. Это время можно также определить с помощью легкого прикосновения ватным тампоном к нанесенному слою. Если при этом вата не прилипает к связующему, можно говорить о высыхании первой степени.

Полное затвердевание (высыхание третьей степени) определяют через каждые 2—4 ч и после высыхания первой степени периодически прикладывают ватный или марлевый тампон, на который ставят 200-граммовую гирьку и выдерживают около 30 с. Если вата или марля под гирькой не оставляют прилипших волокон, значит связующее практически высохло [7, 13].

В полевых условиях может быть предложен другой способ. Полное высыхание определяют сильным нажатием пальца на пленку в течение 5 сек. Если на пленке олифы не остается отпечатка пальца, значит олифа полностью высохла.

Качество олифы определяют также по характеру затвердевшей пленки, нанесенной на стальную или стеклянную пластинку. Доброкачественная олифа после полного высыхания нанесенного слоя при нормальной температуре и такой же влажности должна образовывать твердую и без трещин пленку. При соскабливании такого слоя ножом или лезвием безопасной бритвы должны образовываться эластичные прозрачные стружки. Осыпание пленки при нажиме ногтем или ножом означает плохое качество олифы. Образование чрезмерно тонкой пленки указывает на повышенное количество растворителя; хрупкая, ломкая или с проступившим минеральным маслом пленка олифы означает непригодность олифы к употреблению. Качество олифы после ее затвердевания определить можно следующим образом: если согнуть пластину из кровельной стали с нанесенной на нее и затвердевшей олифой на 180° (рис. 29), то пленка олифы хорошего качества не должна треснуть.

Помимо олиф все большее значение начинают приобретать в качестве связующих материалов лаки. Так, широко известны алкидные лаки для защиты паркета (марок ГФ и ПФ). Лаки поступают на строительство в специальной таре с этикетками.

Буквенная маркировка характеризует вид связующего в красочном составе. Так, масляные краски, изготовленные на натуральной, полунатуральной или комбинированных олифах, имеют маркировку МА; глифталевые олифы, лаки и краски (эмали) ГФ, а пентафталевые — ПФ; другие связующие и эмали на их основе, в состав которых также входят алкидные лаки, маркируют буквами МС (алкидно-стирольные), АС (алкидно-акриловые) и МЛ (меламино-алкидные). В состав последних входит до 60—70% алкидных смол, которые в значительной степени определяют свойства этих лаков и эмалей.

В практике строительства могут использоваться и другие лакокрасочные составы: МЧ — на мочевино-формальдегидной основе; ФЛ и Ф — на фенольной и фуриловой основах; КО — на кремний-органической основе; НЦ — на нитроцеллюлозной основе. В эти

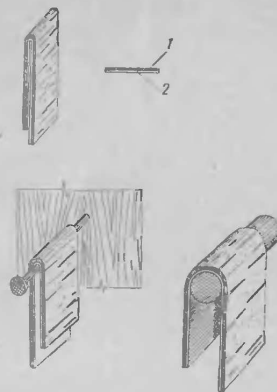


Рис. 29. Схемы определения эластичности (гибкости, прочности при изгибе) затвердевших лакокрасочных материалов
1 — слой краски; 2 — жестяная пластинка

составы кроме основного связующего часто входят и алкидные смолы. Составы марок МЧ, ФЛ, Ф и КО требуют горячей сушки или присутствия отвердителя.

Большую группу лаков и эмалей, также используемых в строительстве, составляют лакокрасочные материалы на основе виниловых полимеров (перхлорвинила, винилхлорида, винилиденхлорида и др.); они маркируются буквами ХВ, ХС, ПХВ, ХСЭ. В их состав также вводят алкидные, фенольные и другие смолы, растительные масла и различные пластификаторы — винилацетат, дибутилфталат и др. Большинство перечисленных составов содержит органические растворители — ацетон, бензол, толуол и другие, за счет испарения которых они затвердевают. Запах растворителей — характерный их признак.

При работе с лакокрасочными составами необходимо соблюдать надлежащую технику безопасности (все эти составы, как правило, легко воспламенимы, а входящие в них растворители — токсичны).

Широкое распространение получили водоэмульсионные краски (ГОСТ 20833—75), в которых связующим служат пластифицированная поливинилацетатная эмульсия, сополимеры винилацетата или акрилатной дисперсии, а также латексы (водные дисперсии) бутадиенстирольного каучука СК-65. Выпускают краски на такой основе марок Э-ВА-17, Э-ВС-17, Э-ВС-114, Э-АК-III и Э-КЧ-112 (Э — эмаль; ВА, ВС, АК и КЧ — марки связующего; 17, 114, III, 112 — условные номера). Если эти краски загустели, то до рабочего (малярного) состояния их разводят водой. Они применяются только для покрытий по дереву и штукатурке. Атмосферостойкость красок ВА, АК и ВС более высокая, чем красок КЧ.

Вязкость всех перечисленных составов и скорость их твердения (высыхания) определяют в полевых условиях методами, с помощью которых эти свойства определяются у олиф. Эластичность затвердевших олиф всегда более высокая, чем лаков, за исключением лаков на хлорвиниловой основе. Проверяют эластичность (гибкость) затвердевших связующих методом изгибания выкрасок на тонких жестяных пластинках, как показано на рис. 29. В том случае, когда пленка на пластинке при изгибании ее на 180° трескается, изгибание производят вокруг цилиндрических оправок разного диаметра (3, 5 и т. д. мм). В полевых условиях для этого могут использоваться вбитые в доску гвозди. Однако предпочтительнее использовать стандартную шкалу гибкости ШГ-1. Эластичность соответствует диаметру оправки, на которой не происходит растрескивание пленки связующего.

2. Пигменты

В полевых условиях трудно проверить все качества пигментов — укрывистость, маслосъемкость (лако- или клеесъемность), дисперсность пигмента и интенсивность его цвета. Но вполне возможна проверка его щелочестойкости и стойкости к органическим растворителям в том случае, когда возникает необходимость в составлении красок в условиях строительной площадки [8].

Щелочестойкость пигментов можно проверить путем заливки их 5%-ным водным раствором щелочи (NaOH или Ca(OH)₂). Смесь тщательно взбалтывают в течение 15—20 мин и дают отстояться. Пигменты, стойкие к действию щелочей, не изменяют своего цвета и не окрашивают жидкость. Такая проверка необходима при использовании пигментов в казеиновых, цементных и известковых красках. Легче проверить щелочестойкость пигментов на известковой воде.

Наличие в пигменте органических красителей определяют путем смешивания некоторого количества пигмента с винным (этиловым) спиртом или органическим растворителем (ацетоном, бензином и т. п.). Окраска спирта (растворителя) после отстаивания указывает на наличие в пигменте органических красителей. Такие пигменты нельзя применять в эмалях, так как в большинстве составов обязательно содержатся органические растворители.

3. Краски (эмали)

Качество краски в полевых условиях можно проверить на основании определения ее малярной консистенции, степени растертости, сроков твердения и укрывистости [7, 8, 13].

Для определения малярной консистенции краски (эмали) поступают так: кистью наносят небольшое количество краски (эмали) на стекло, при ее нормальной малярной консистенции на стекле образуются едва заметные штрихи, которые довольно быстро расплываются. Если штрихи не образуются, это означает, что краска слишком жидкая, т. е. в ней чрезмерное количество связующего или растворителя. При излишнем густом составе получается накладка с явно выраженной штриховкой; такую краску нужно развести. Можно также определить малярную консистенцию краски (эмали) методом, рекомендованным СНиП III-21—75*; пригодная для работы краска, не стекая с валика (или кисти) должна свободно сходить с них при легком нажатии на окрашиваемую поверхность.

Для определения степени растертости краски берут небольшое ее количество и льют на кусок оконного стекла или белой жести. Хорошо растертая краска образует гладкую поверхность без сорин, механических включений, нерастертых частиц пигмента и т. п. Для определения степени растертости краски можно воспользоваться обычным микрометром (ГОСТ 6507—78). Одну каплю краски по-

мешают на поверхность зажимов микрометра. Подвижный зажим микрометра вращают до тех пор, пока не заработает трещетка и движение отсчетного барабана не прекратится. После этого производят отсчет. Нормально растертые лакокрасочные материалы должны иметь растертость 10—35 мк. Исключение составляют материалы, в которых пигментом являются сажа и алюминиевая пудра, размер частиц которых составляет 0,15—0,2 мк. Сроки твердения (высыхания) красок определяют теми же методами, что и сроки твердения связующих (см. п. 1 настоящей главы).

Укрывистость определяют на составах малярной консистенции. Укрывистость, или кроющая способность краски (эмали) — это ее свойство делать невидимым цвет покрываемой поверхности. Количественно это свойство выражается граммами краски или эмали, необходимыми для того, чтобы полностью закрасить 1 м² поверхности. Обычно для такого определения берут стеклянную пластину 10×30 см и толщиной 2—3 мм. На нее наносят с одной стороны две продольные черные полосы шириной примерно 15 мм каждая на расстоянии 40 мм друг от друга. Пластинку кладут этими полосами на лист белой бумаги, предварительно определив ее массу на технических весах. Свободную поверхность пластинки окрашивают щетинной кистью. Испытуемый состав наносят сначала вдоль пластинки, а затем — поперек до полного исчезновения черных полос. Окрашенную пластинку взвешивают и по разности масс определяют массу израсходованной краски, после чего вычисляют укрывистость по формуле

$$y = \frac{g_1 - g_2}{f} 10\,000,$$

где g_1 — масса окрашенной пластинки, г; g_2 — масса неокрашенной пластинки, г; f — площадь пластинки, см².

Если нет под рукой стеклянной пластинки таких размеров, то можно определить укрывистость с помощью обычной фотографической пластинки 9×12 см или, в крайнем случае, 6×9 см, предварительно смыв с нее слой эмульсии. Черные полосы можно не наносить, а подложить под стекло отрезки листов белой и черной (фотографической) бумаги.

Эксплуатационные качества краски (эмали) определяют упрощенным способом по следующим показателям затвердевшей красочной пленки.

Прочность на изгиб — эластичность затвердевшей красочной пленки определяют изгибанием полосок жести с нанесенной на них красочной пленкой, как это изложено ранее (см. рис. 29). **Прочность на удар** проверяют на выкрасках по жести ударом угла обычного молотка. При хорошем качестве затвердевшей пленки не произойдет ее растрескивания и отслаивания от подложки. Повреждение пленки в месте удара (откол или вмятина) не является показате-

лем плохого качества краски. Плохую ударостойкость имеют лаки и эмали НЦ и ФЛ. Их прочность на удар можно повысить за счет эластичности слоя грунта (подложки).

Качество сцепления (адгезии) лакокрасочного покрытия можно определить следующим образом. В специальную державку, которую несложно изготовить в любых условиях, зажимают пять патефонных иголок. Расстояние между ними должно быть разным в зависимости от материала подложки — для металла их прижимают вплотную друг к другу, для других материалов они могут быть на расстоянии 2—5 мм друг от друга. С помощью этого приспособления наносят сетку продольных и поперечных надрезов, наклонив державку под углом 30° к окрашенной поверхности. Длину надрезов обычно принимают 20—30 мм. При этом площадки краски, образующиеся от пересечения надрезов, не должны отслаиваться. Удобно для этого воспользоваться липкой лентой — отслаивающиеся участки остаются на липком слое.

Атмосферостойкость полученной красочной пленки (лакокрасочного покрытия) можно косвенно оценить по ее водостойкости. Водостойкость определяют, поместив окрашенную пластинку в ванночку с водой, предварительно обмазав края менделеевской замазкой или каким-либо другим изолирующим составом. Выдерживают пластинку в воде до 24 ч. После того, как пластинку вынули из воды, ее высушивают в течение 2 ч на воздухе, затем осматривают. При этом фиксируют произошедшие изменения: побеление покрытия, появление белых матовых пятен, образование сыпи, пузырей, морщин и т. п. Атмосферостойкое покрытие должно оставаться без изменений.

ГЛАВА X. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Теплоизоляционные материалы характеризуются большим количеством пор (60—90% по объему) и, следовательно, низкой средней плотностью, низкой прочностью и значительным водопоглощением. Жесткие и гибкие теплоизоляционные материалы поставляют на строительство в виде штучных изделий (плит, скорлуп и пр.), а также в виде полотнищ, рулонов, матов и т. п. В ряде случаев используют рыхлые (сыпучие) теплоизоляционные материалы, в составе растворов и обмазок (при сочетании с вяжущими), а также в качестве засыпок.

1. Ячеистые бетоны

Ячеистые бетоны (пено- и газобетоны) изготавливают из цементных растворов или силикатных растворов. Цементные составы имеют, как правило, более темный серый оттенок по сравнению с силикатными, так как последние изготовлены на основе смеси извести с

молотым песком (ГОСТ 11118—73). На строительство ячеистые бетоны доставляют в виде плит с максимальным размером $150 \times 50 \times 10$ см. Плиты должны быть ровными, без трещин, сколов и искривлений. Хранить их следует установленными на ребро, причем в защищенном от влаги (дождя, снега) месте.

Прочность ячеистых бетонов незначительна: при средней плотности $200\text{--}300 \text{ кг/м}^3$ она составляет $0,4\text{--}0,6 \text{ МПа}$ на сжатие, а при средней плотности $500\text{--}600 \text{ кг/м}^3$ — $1,2\text{--}1,6 \text{ МПа}$ на сжатие в воздушно-сухом состоянии (промежуточные значения можно ориентировочно определить интерполяцией). При такой малой прочности на сжатие прочность при изгибе можно вообще не учитывать ($0,1\text{--}0,4 \text{ МПа}$), так как изделия ломаются даже при легкой нагрузке.

Определять прочность ячеистого бетона можно следующим образом: выпилить из него куб $10 \times 10 \times 10$ см, установить его на ровное жесткое место, положить сверху обрезок доски, чтобы на нее можно было встать человеку. Масса взрослого человека в одежде $80\text{--}100 \text{ кг}$. Если куб при этом разрушится, то прочность его явно ниже $0,4 \text{ МПа}$, а средняя плотность — ниже 300 кг/м^3 .

2. Минеральная вата и изделия из нее

Маркой минеральной ваты (ГОСТ 4640—76) и изделий из нее служит средняя плотность ($\rho_{\text{ср}}$)* [3]. Она во многом зависит от содержания в волокнах корольков — включений шаровидной, грушевидной и гантелевидной формы. Чем больше таких включений, тем выше средняя плотность материала. В полевых условиях оценить содержание корольков можно только визуально (максимально этих включений должно быть не больше 35% по массе, при $\rho_{\text{ср}} \approx 150 \text{ кг/м}^3$).

Минеральная вата делится на четыре марки — 75, 100, 125 и 150 (кг/м^3). Чтобы получились сравнимые результаты, марку минеральной ваты определяют под нагрузкой $0,002 \text{ МПа}$ (200 Па). Следовательно, если вырезать образец размером 10×10 см, то на него следует поставить груз 2 кг и после этого определить объем образца, который войдет в расчет. Поставляют минеральную вату в тюках каждый массой до 50 кг и обязательно в бумажной упаковке. Марки изделий из минеральной ваты выше, чем марки собственно ваты, так как они плотнее (от 125 до $400\text{--}500 \text{ кг/м}^3$).

Минеральный войлок — пропитанный битумом или синтетическими смолами (чаще всего фенольными) и уплотненный материал, поставляемый в виде рулонов каждый до 50 кг и в бумажной упаковке. Толщина такого войлока может быть $20, 40$ и 60 мм с допус-

ком $\pm 10 \text{ мм}$. Марки войлока на битумной связке — 150, 200 и 250, а на фенольной связке — 125, 150 и 200. Выпускают и прошивной войлок с $\rho_{\text{ср}} = 100$ и 150 кг/м^3 .

Отличать разные виды минерального войлока можно по цвету: войлок на битумной связке имеет коричневатый оттенок, а на фенольной — желтоватый или розоватый. Наличие битума в войлоке можно установить путем выдерживания образца в бензине. Войлок на фенольной связке имеет характерный запах фенола, особенно при нагревании.

Полужесткие и жесткие минераловатные плиты также выпускают на битумной (ГОСТ 19140—80) или синтетической связке (ГОСТ 9573—72, ГОСТ 22950—78). Установлены следующие марки плит: на битумной связке — 250, 300, 350, 400 и 500, на фенольной — 125, 150, 200 и 300. Размер плит $0,5 \times 0,5 \text{ м}$ с допуском $\pm 10 \text{ мм}$ при толщине $50\text{--}100 \text{ мм}$ с шагом 10 мм и допуском $\pm 5 \text{ мм}$. Поверхность плит чаще всего покрывают минеральной присыпкой, но бывает покрыта и бумагой.

Выпускают также маты из минеральной ваты прошивными (ГОСТ 21880—76) и на синтетической связке. Средняя плотность матов 100 и 125 кг/м^3 . Размеры составляют: длина $1\text{--}3 \text{ м}$ ($\pm 50 \text{ мм}$), ширина $0,4\text{--}1,2 \text{ м}$ ($\pm 10 \text{ мм}$) при толщине $20, 40$ и 50 мм ($\pm 15 \text{ мм}$). Кроме того, производят изделия для технологической изоляции из полужесткой минеральной ваты в виде блоков, сегментов, скорлуп и т. п.

Легче всего оценивать качество и свойства изделий из минеральной ваты по внешнему виду или путем простейших измерений. Так, при осмотре изделий их кромки должны быть без повреждения, не разломаченными и одинаковой толщины. Размеры изделий должны соответствовать стандарту. Для определения средней плотности, характеризующей марку изделий, необходимо взвешивать образец и определять его объем с учетом особенностей, изложенных ранее. Для полужестких изделий определяют также степень уплотняемости под нагрузкой. Для этого образец размером $10 \times 10 \text{ см}$ нагружают грузом массой 2 кг , выдерживают заданное время, после чего определяют новую толщину материала. Время выдержки составляет: для изделий на битумной связке 30 мин , а на синтетической 15 мин . Уплотняемость (сжимаемость) должна быть следующей в % по объему: марки 75 — 40 , марки 150 — 25 , марки 250 — 5% (последняя цифра относится к плитам на битумной связке); плиты на синтетической связке более жестки — мягкие плиты этого типа уплотняются не более чем на 35% (марка 100).

Изделия из минеральной ваты являются гигроскопичными, поэтому при высокой влажности воздуха следует делать поправку на влажность. Содержание битума или синтетических смол в изделиях из минеральной ваты можно установить путем разницы в массе до и после прокалывания образцов. Работая с минеральной ватой и изделиями из нее, следует помнить о соблюдении мер безопасности.

* В стандартах на минеральную вату пока используется термин «объемная масса».

ГЛАВА XI. МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ СТРОИТЕЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

1. Породы

Основную часть строительной древесины составляют хвойные породы. Для определения вида хвойной породы по заготовленной древесине (бревнам, брусам, доскам и т. п.) необходимо знать наиболее характерные признаки этой породы (табл. 24). Строительными нормами разрешено в ряде случаев применять лиственные породы, поэтому важно также знать наиболее характерные признаки лиственных пород (табл. 25).

Каждой породе древесины соответствует комплекс внешних признаков, по которым ее можно отличить. Для полевой оценки пород определяющими будут макроскопические признаки (рис. 30): наличие смоляных ходов, характер годовых слоев и резкость их границы, различие ранней и поздней древесины, видимость и характер строения сердцевинных лучей, наличие ядра, ширина заболони, цвет, характер коры. Существенно могут помочь в определении породы древесины средняя плотность образца, а также его вязкость или хрупкость, хорошая или плохая способность раскалываться.

Можно рекомендовать следующую последовательность при определении породы древесины: в первую очередь определяют принадлежность образца к хвойной или лиственной породе; если образец принадлежит к лиственной породе, выясняют по характеру сосудов в ранней древесине годового слоя, к какой группе пород образец принадлежит: к кольцесосудистой или рассеянно-сосудистой (все кольцо-сосудистые породы имеют ядро). После отнесения образца к той или иной группе определение породы существенно облегчается.

При определении породы и в некоторых других случаях необходимо учитывать влажность древесины. В связи с этим на практике принято считать для древесины следующую влажность, %: воз-

душно-сухой 12—20, полусухой 20—30, сырой 30—40 и свежесрубленной — хвойных пород 80—100, мягких лиственных пород 60—90 и твердых лиственных пород 40—80. Мокрой считают древесину с влажностью свыше 100%.

2. Влажность

При известном навыке можно приблизительно определить влажность древесины наощупь. Лучше всего это делать на свежестроганной поверхности. Таким образом легко отличить сырую древесину от мокрой. Можно также определить влажность древесины с помощью химического карандаша: по свежему срезу дерева или остроганному месту проводят отточенным карандашом черту, если она яркая, то влажность древесины считают выше 35—40%.

Влажность древесины (бревен и пиломатериалов) можно оценивать также способом, основанным на ее звукопроводимости. Древесина с влажностью до 10% издает при ударе по ней твердым предметом высокий чистый звук; при влажности свыше 30% (выше точки насыщения волокон) звук получается глухим. Если известна порода древесины, то по плотности можно определить ее ориентировочную влажность. Пользуясь данными в табл. 24 и 25, можно определить влажность древесины по ее средней плотности. Влажность также оценивают с помощью спирта или ацетона (прил. 5).

Для быстрого и точного определения влажности древесины применяют специальные приборы — электровлагомеры. Существуют различные конструкции влагомеров. Наибольшее применение нашел электровлагомер ЦНИИМОД-2, позволяющий определить влажность древесины в пределах 8—30% с точностью $\pm 1\%$. При необходимости определения влажности до 60% используют электронный влагомер ЭВА-2, погрешности измерений которого зависят от величины влажности и колеблются от 1—2% (при влажности до 30%) до 10% (при влажности 30—60%).

3. Средняя плотность

Среднюю плотность (объемную массу) древесины определяют взвешиванием и измерением размеров образца древесины. При этом принято полученные результаты расчетов приводить к стандартной влажности, составляющей 12%. Такой пересчет на стандартную влажность можно произвести по приближенной формуле

$$\rho_{12} \approx \rho_w + 2,5 (12 - w),$$

где ρ_{12} — средняя плотность древесины при стандартной влажности, кг/м³; ρ_w — средняя плотность древесины, определенная при испытании, кг/м³; w — влажность испытываемого образца, %.

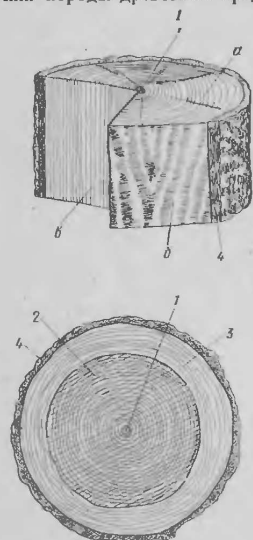


Рис. 30. Разрезы ствола дерева
а — торцовый; б — тангенциальный;
в — радиальный; элементы древеси-
ны ствола: 1 — сердцевина; 2 — ядро;
3 — заболонь; 4 — кора

Порода и ее средняя плотность $\rho_{\text{ср}}$, кг/м ³	Цвет древесины, запах свежесрубленной древесины	Характер и особенности годовых слоев	Другие признаки
Сосна европейская: воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=520$; полусухая, $\rho_{\text{ср}}=560$; сырая, $\rho_{\text{ср}}=610$; свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=840$	Ядро от красноватого до буроватого; заболонь желтовато-белая; запах смолы, скипидара	На всех срезах резко различимы годовые слои	Распил чистый; сучки крупные, причем много рыхлых сучков; они часто направлены под острым углом к оси ствола; древесина легко режется и колется; кора коричневого цвета, ближе к вершине медно-красного, у комля крупночешуйчатая, темно-бурая
Кедр сибирский (кедровая сосна): воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=440$; полусухая, $\rho_{\text{ср}}=520$; сырая, $\rho_{\text{ср}}=570$; свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=760$	Древесина имеет розоватый оттенок; ядро и заболонь схожи с сосновыми, но менее резко отличаются друг от друга; заболонь шире, чем у сосны	На поперечном срезе годичные слои хорошо различаются, на остальных срезах различаются менее отчетливо; переход от ранней древесины к поздней растушеванный	Древесина красивой текстуры (рисунка); по обрабатываемости сходна с сосной, но легче и мягче ее; по расположению и характеру сучков сходна с сосновой; кора похожа на сосновую
Лиственница сибирская: воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=650$; полусухая, $\rho_{\text{ср}}=700$;	Ядро от красно-бурого до бурого; заболонь желтовато-белая; запах смолы	На всех разрезах годовые слои хорошо видны; поздняя древесина широкая	Тяжело пилится, хорошо колется; легко растрескивается при высыхании; древесина твердая, ногтем не царапается

сырая, $\rho_{\text{ср}}=800$;
свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=940$

Ель обыкновенная (европейская):
воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=450$;
полусухая, $\rho_{\text{ср}}=500$;
сырая, $\rho_{\text{ср}}=550$;
свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=760$

Пихта сибирская:
воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=380$;
полусухая, $\rho_{\text{ср}}=450$;
сырая, $\rho_{\text{ср}}=500$;
свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=720$

Ядра нет; цвет желтовато-белый

Ядра нет; цвет древесины белый; иногда желтовато-сероватый (слабый оттенок)

ре, чем у сосны, много смоляных ходов, особенно хорошо различимы на радиальных расколах

Годовые слои видны, но они более тонкие, чем у сосны; ранняя древесина имеет рыхлое строение

Годовые слои слабо видны, так как слой поздней древесины очень узок; по рыхлости напоминает еловую

рапается; кора толстая, покрыта чешуйками с отогнутыми краями бурого цвета

На продольных распилах попадают пустоты, заполненные смолой; распил мшистый, много мелких роговых сучков; легко растрескивается; кора тонкая мелкочешуйчатая, коричнево-бурого цвета со следами смолы

Легко распиливается, смоляных ходов и пустот, заполненных смолой, нет; чертится ногтем; текстура неясная, мутноватая; кора похожа на еловую, наблюдаются следы смолы

Порода и ее средняя плотность $\rho_{\text{ср}}$, кг/м ³	Цвет древесины	Характер и особенности годовых слоев, макроскопические признаки	Другие признаки
Дуб: воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=700$; полусухая, $\rho_{\text{ср}}=750$; сырая, $\rho_{\text{ср}}=820$; свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=950$	Ядро темно-бурого или желтовато-коричневого цвета; заболонь неширо- кая (до 4 см) белая или светло-желтая	На всех разрезах хорошо вид- ны годовые слои; поздняя дре- весина составляет более 50% годового слоя, она очень плот- ная, видны многочисленные сердцевинные лучи; в ранней древесине видны крупные со- суды	Режется трудно, колется лег- ко; коробится и растрескивает- ся слабо; кора толстая темная с глубокими трещинами, содер- жит дубильные вещества
Ясень: воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=690$; полусухая, $\rho_{\text{ср}}=720$; сырая, $\rho_{\text{ср}}=800$; свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=920$	Ядро светло-бурое; за- болонь широкая белая или слегка розоватая	Годовые слои хорошо видны на всех разрезах; сердцевинные лучи видны плохо; в ранней древесине хорошо видны круп- ные сосуды	Легко режется, колется труд- но; коробится и растрескива- ется незначительно; кора не очень толстая с мелкими час- тыми трещинами
Вяз: воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=660$; полусухая, $\rho_{\text{ср}}=700$; сырая, $\rho_{\text{ср}}=760$; свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=900$	Ядро светло-бурое или красновато-бурое; забо- лонь широкая желтова- то-белая	Годовые слои различимы на всех разрезах; сердцевинные лучи узки и многочисленны, в ранней древесине хорошо вид- ны сосуды	Древесина прочная вязкая, с трудом раскалывается
Тополь: воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=500$; полусухая, $\rho_{\text{ср}}=600$; сухая, $\rho_{\text{ср}}=700$;	Ядро сероватое, слабо- желтое бледно окрашен- ное; заболонь широкая белая	Годовые слои широкие, плохо различимы	Древесина мягкая легкая, ма- ло коробится; молодая зеле- новатая, старая темно-серая с желтизной; при усыхании рас- трескивается и коробится; ко- ра гладкая
Бук: воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=680$; полусухая, $\rho_{\text{ср}}=750$; сырая, $\rho_{\text{ср}}=860$; свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=920$	Ядра нет; древесина от желтоватого до красно- ватого цвета, подверже- на побурению (может быть ложное ядро крас- новато-бурого цвета)	Годовые слои хорошо видны; сердцевинные лучи краснова- то-бурого цвета; на тангенци- альном разрезе сердцевинные лучи видны в виде многочислен- ных коротких черточек	Древесина твердая, легко ко- лется и обрабатывается; кора тонкая гладкая светло-серого цвета
Береза: воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=640$; полусухая, $\rho_{\text{ср}}=700$; сырая, $\rho_{\text{ср}}=800$; свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=870$	Ядра нет; древесина бе- лого цвета с желтова- тым оттенком; тангенци- альный разрез имеет блестящую поверхность	Годовые слои на сухой древе- сине почти не видны; на влаж- ной более заметны	Режется посредственно, колет- ся трудно; коробится и рас- трескивается незначительно; кора характерная, белая с чер- ными или темно-серыми вклю- чениями, особенно в местах примыкания веток к стволу
Клен: воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=700$; полусухая, $\rho_{\text{ср}}=760$; сырая, $\rho_{\text{ср}}=820$; свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=870$ $\rho_{\text{ср}}=810$	Ядра нет; древесина бле- стящая белая, иногда желтоватая (может быть ложное ядро зеленова- то-серого цвета)	Годовые слои хорошо разли- чимы, сердцевинные лучи уз- кие, темного цвета	Древесина плотная вязкая, ма- ло коробится и усыхает, почти не растрескивается; хорошо об- рабатывается
Осина: воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=500$; полусухая, $\rho_{\text{ср}}=570$; сырая, $\rho_{\text{ср}}=660$; свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=760$	Древесина белого цве- та с зеленоватым оттен- ком одинаковым по сече- нию ствола; ядра нет	Годовые слои плохо различимы, сердцевинные лучи не видны	Древесина мягкая легкая; усы- хает умеренно и мало растрес- кивается; плохо стругается, легко раскалывается; кора тон- кая зеленая или серовато-зеленая
Липа: воздушно-сухая, $\rho_{\text{ср}}=500$; полусухая, $\rho_{\text{ср}}=550$; сырая, $\rho_{\text{ср}}=630$; свежесрубленная, $\rho_{\text{ср}}=710$	Древесина белого цвета с розоватым оттенком; ядра нет	Годовые слои почти не замет- ны; сердцевинные лучи — почти не видны	Древесина легкая, мягкая; хо- рошо режется, обрабатывается и колется; кора молодых де- ревьев темно-серая, тонкая, старых деревьев темно-серая с частыми трещинами

Примечание. Наиболее подвержена изменениям масса свежесрубленной древесины, так как она зависит от времени года, погоды, места произрастания и др.; здесь приведена масса свежесрубленной древесины при влаж-
ности ~80%.

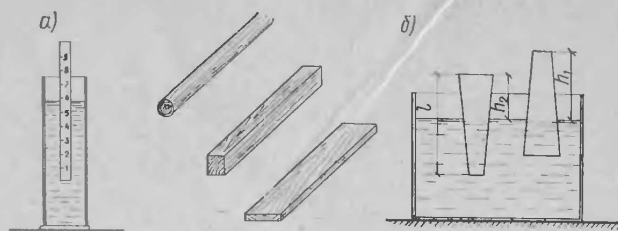


Рис. 31. Схемы определения плотности $\rho_{\text{ср}}$ древесины погружением в воду продолговатых образцов

a — постоянного сечения; b — переменного сечения

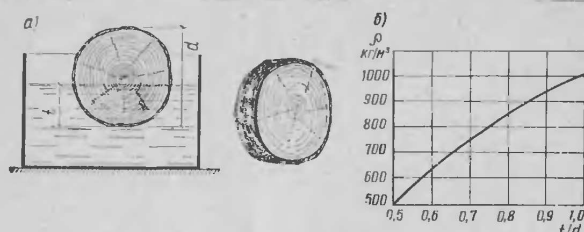


Рис. 32. Определение средней плотности ρ древесины по погружению круговоспилов или бревен в воду

a — схема определения; b — график для определения $\rho_{\text{ср}}$

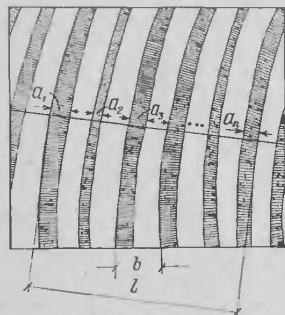


Рис. 33. Схема подсчета содержания летней (поздней) древесины l — выбранный участок; a_n — толщина темных участков (летняя древесина); b — годовой слой

Эта формула пригодна только для пересчета влажности в пределах 0—30% (т. е. только до точки насыщения волокон древесины).

Часто среднюю плотность древесины определяют погружением образца в сосуд с водой. Для этого образец должен иметь вид продолговатого стержня постоянного сечения. По длине его делят на 10 равных частей, после чего опускают в сосуд с водой так, как показано на рис. 31 [10]. По величине погружения образца в воду определяют его среднюю плотность $\rho_{\text{ср}}$. Так, $\rho_{\text{ср}}$ образца на рис. 31, a равна $0,58 \text{ г/см}^3$, или 580 кг/м^3 . Если образец неправильной геометрической формы,

его помещают в воду сначала одним концом, затем другим. В этом случае среднюю плотность древесины определяют либо как среднее значение двух показаний, либо по формуле

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{l - (h_1 + h_2)/2}{l},$$

где значения l , h_1 , h_2 берут в соответствии со схемой на рис. 31, b .

Иногда приходится определять среднюю плотность древесины по бревну. В этом случае поступают следующим образом: если есть рядом водоем, то сталкивают бревно в воду и по его погружению ориентировочно определяют среднюю плотность, используя при этом график на рис. 32. Такую процедуру можно облегчить, если от бревна отпилить диск толщиной 10—15 см и определять так, как показано на рис. 32, a [10].

4. Прочность

Метод определения прочности по содержанию летней древесины. Этим методом лучше всего определять прочность таких пород, как сосна, ель, лиственница, дуб, ясень. Торцовый срез обычно зачищают ножом или обрабатывают шкуркой для более четкого разграничения границ годовых колец, наиболее удобен для определения косой срез, на котором подсчитываются эти кольца точнее (рис. 33). Методика определения следующая: на торцовой поверхности отмечают остро отточенным карандашом линию, перпендикулярную годовым кольцам: выбирают отрезок не менее 20 мм, на котором измеряют суммарную ширину летней зоны годовых слоев (темные участки) путем последовательного прикладывания к ним либо куска миллиметровой бумаги, либо стальной линейки с миллиметровыми делениями; суммирование производят с помощью хорошо отточенного карандаша; после этого процентное содержание летней (поздней, темной) древесины подсчитывают по формуле

$$m = 100 \frac{(a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n)}{l} = \frac{\sum a_n}{l} \cdot 100,$$

где a — ширина летних зон, мм; l — полная ширина ряда годовых слоев, мм (выбранная длина участка на торцовом срезе с конечным числом годовых слоев).

Приблизительно прочность древесины R_{12} (кгс/см²) можно подсчитать по эмпирической формуле [10]

$$R_{12} = Am + B,$$

где m — процентное содержание летней древесины; A , B — коэффициенты, принимаемые по табл. 26. Приведенная формула определения прочности дана для влажности 12%.

Таблица 26

Вид испытания	А		В	
	дуб	сосна	дуб	сосна
Сжатие вдоль волокон	3,2	6	300	300
Поперечный изгиб	7,3	14	475	560

Описанным методом можно определить ориентировочную прочность основных хвойных пород: ели, сосны и лиственницы. В тех случаях, когда толщина летних годовых слоев мала (например у ели), при подсчете m можно взять суммарную толщину весенней древесины, вычесть ее из общей длины отмеченного отрезка и по разнице найти суммарную толщину летних годовых слоев.

Метод, основанный на взаимосвязи средней плотности и прочности древесины. Средняя плотность ρ_{12} древесины при стандартной влажности характеризует ее пористость, а следовательно, и прочность. Поэтому, зная ρ_{12} древесины при влажности, близкой к стандартной, можно приблизительно определить ее прочность по формуле

$$R_{12} = C \rho_{12} \pm D,$$

в которой ρ_{12} — средняя плотность древесины при влажности 12—15%, взятая в г/см³ или в т/м³; C и D — эмпирические коэффициенты.

Наш опыт [10] позволяет рекомендовать для подсчета следующие зависимости (R_{12} в МПа):

для хвойных пород $R_{12}^{сж} = 61 \rho_{12} + 10$ и $R_{12}^{изг} = 143 \rho_{12} + 20$;

для лиственных пород $R_{12}^{сж} = 68 \rho_{12}$ и $R_{12}^{изг} = 185 \rho_{12} - 25$.

Приведенные формулы прочности на сжатие хвойных пород дают разброс до ± 5 МПа (для лиственных пород до 7—8 МПа), а формулы прочности при изгибе — до 15 МПа (для всех пород). Плотность ρ для подсчета по этим формулам определяют одним из вышеперечисленных приемов.

Определение фактической прочности древесины. Образцы изготовляют в виде брусков желательного квадратного сечения от 2×2 до 3×3 см и длиной 110 см. Такие бруски укладывают на две опоры, расположенные на расстоянии 100 см друг от друга (рис. 34). После этого точно посередине бруска — балки подвешивают груз, например ведро, которое может быть наполнено песком, щебнем и т. п. Масса груза при испытании сосны или ели может колебаться в пределах 30—150 кг. Предел прочности древесины (МПа) в результате испытаний подсчитывают по формуле

$$R_{изг} = 0,15 P l / b h^2,$$

где P — масса разрушающего груза, кг, определяемая взвешиванием; l — пролет, т. е. расстояние между опорами (100 см); b , h — соответственно ширина и высота образца, см.

По результатам испытаний при изгибе можно ориентировочно определить прочность на сжатие вдоль волокон, растяжение вдоль волокон и на скалывание, пользуясь следующими соотношениями: $R_{сж}$ составляет 40—60%; $R_{скал}$ 15—20% и $R_{раст} \sim 140\%$ от $R_{изг}$.

Приведенные здесь соотношения относятся к древесине влажностью 12—15% и поэтому при другой влажности требуют пересчета по изложенным выше методам. При оценке прочности древесины рекомендуется иметь в виду следующие переводные коэффициенты, характеризующие отношение прочностей древесины сосны и ели к прочностям других пород:

лиственница	1,2
дуб, ясень, клен	1,3
береза, бук	1,1
вяз, ильм	1
кедр	0,9
пихта, ольха, осина, липа, тополь	0,8

Средние значения предела прочности древесины сосны и ели при влажности 12—15% можно ориентировочно принимать: по изгибу 75—80 МПа и по продольному сжатию 40—42 МПа.

5. Влияние влажности на прочностные свойства древесины

Наиболее часто используемый метод — расчетный. Он основан на использовании эмпирической зависимости (ГОСТ 16483—73), по которой можно пересчитать прочность древесины с учетом ее влажности.

$$R_{12} = R_w [1 + \alpha (w - 12)] \text{ или } R_w = \frac{R_{12}}{1 + \alpha (w - 12)},$$

где R_{12} — предел прочности при влажности 12%, МПа; R_w — предел прочности при влажности от 0 до 30%, МПа; w — влажность от 0 до 30%; α — поправочный коэффициент, равный 0,04 для всех пород древесины.

Нами проверен и может быть предложен графический способ учета влияния влажности древесины на ее прочность. Он заключается в следующем: по графикам (рис. 35) устанавливают коэффициент изменчивости K_w прочности древесины в зависимости от ее влажности (при этом K_w' для влажности 15% принимают за 1), а затем по зависимости $R_{15} = R_w K_w$ или $R_w = R_{15} / K_w$ находят необходимую прочность.

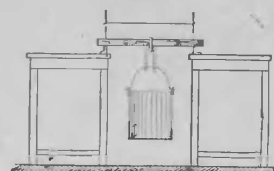


Рис. 34. Устройство для ускоренного определения прочности древесины при изгибе

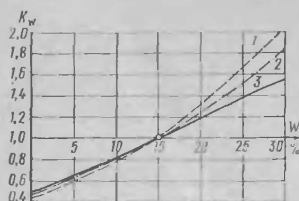


Рис. 35. Определение коэффициентов K_w , учитывающих влияние влажности на прочность древесины 1 — сжатие вдоль волокон хвойных пород; 2 — то же, лиственных пород; 3 — поперечный изгиб всех пород

6. Изделия на основе древесины

Древесностружечные плиты (ГОСТ 10632—77, ГОСТ 11519—65) — изделия, получаемые путем горячего прессования массы древесных стружек и смол (8—10% массы стружки). Для изготовления таких плит используют фенолформальдегидные и мочевиноформальдегидные (карбамидные) смолы. По средней плотности различают легкие ($\rho_{ср} < 500 \text{ кг/м}^3$), средние и тяжелые ($\rho_{ср} = 600—800 \text{ кг/м}^3$) плиты.

Плиты выпускают толщиной 6, 8, 10, 13, 16, 19, 22, 25 и 32 мм, шириной 1,2—1,75 м и длиной 2—3,5 м. Их средняя плотность составляет (в зависимости от толщины) 450—600 кг/м^3 (чем толще плита, тем она рыхлее). Прочность плит при изгибе в зависимости от толщины также составляет 8—26 МПа. Разбухание по толщине, которое легко может быть определено с помощью обычного штангенциркуля, должно быть за 24 ч пребывания в воде комнатной температуры не более 17% для плит толщиной более 20 мм и не более 7% для плит толщиной менее 20 мм.

Древесноволокнистые плиты (ГОСТ 4598—74*) — изделия, получаемые также горячим прессованием массы волокон древесины или других целлюлозных материалов (камыш, соломы и т. п.) в смеси с фенольными смолами (до 10% массы волокон) и парафином или канифолью (до 1,5% по массе). Длина плит 1,2—3,6 м, ширина 1—1,8 м. Толщина плит, зависящая от их разновидности (назначение): твердых 3—6 мм, рыхлых (изоляционных) — 12,5; 16 и 25 мм. Существуют еще полутвердые плиты толщиной 4—8 мм, а также изоляционно-отделочные (обычно с декоративным слоем) с толщиной 8—20 мм.

Средняя плотность сверхтвердых плит ≥ 950 , твердых ~ 850 , полутвердых (изоляционно-отделочных) 400—800 и мягких (изоляционных) 100—300 кг/м^3 . Твердые и полутвердые плиты на действие воды не проверяют, хотя они и поглощают 5—7% влаги. Мягкие плиты могут впитать за 2 ч до 30% воды. При определении их разбухаемости можно руководствоваться критериями для стружечных плит.

Твердые древесноволокнистые плиты достаточно прочны — их предел прочности при изгибе более 40 МПа, предел прочности при изгибе мягких плит 0,4—2 МПа, полутвердых 15—20 МПа. В полевых условиях легче всего проверить прочность именно при изгибе. При определении этой величины у древесностружечных и древесноволокнистых плит следует учитывать, что расстояние между опорами зависит от толщины плиты:

Толщины плит, мм	3—4	5—6	8	12,5—25	Более 25
Расстояние между опорами, см	10	15	20	30	400

Ширину образцов принимают равной 100 мм. Нагружают их одним грузом в середине пролета. Радиус закругления опор должен быть не менее 10 мм [17].

Цементный фибролит (ГОСТ 8928—70) изготавливают в виде плит на основе так называемой древесной шерсти: специально изготовленной длинной древесной стружки и портландцемента марки 400. Стандартная длина плит 2,4 и 3 м, ширина 0,5; 0,6 и 1,2 м при толщине 30, 50, 75 и 100 мм.

В зависимости от назначения плиты бывают теплоизоляционные (плотность 300 кг/м^3), конструкционные и акустические (плотность 400—500 кг/м^3). В условиях строительной площадки оценивают прежде всего качество плит по внешнему виду: по равномерности распределения древесной шерсти, отбитости углов и граней плит, по размоchanности отдельных мест. Легко также проверить соответствие геометрических параметров плит стандартным: длине, ширине, толщине и разнотолщинности.

Фанера. Фанеру производят двух видов: строительную (ГОСТ 3916—69) и бакелизированную (ГОСТ 11539—73). Строительная фанера — листовый материал толщиной 1,5—18 мм, склеенный из трех слоев и более древесного шпона. В качестве клея для нее используют фенольные (фанера ФСФ), карбамидные (фанера ФК), альбумино-казеиновые (фанера ФБА) и чисто белковые — казеиновые, соевые и другие составы (фанера ФБ).

Для производства такой фанеры используют практически любые породы древесины. Цвет листов фанеры зависит от породы древесины в лицевом слое. Фанера ФСФ имеет повышенную водостойкость.

Наиболее низкая водостойкость у фанеры ФБ. Допускается влажность 5—10% для ФСФ и ФК, 6—15% для ФБА и ФБ. Влажность фанеры в полевых условиях можно проверить методами, описанными для древесины. Максимальные размеры листов строительной фанеры 2440×1525 мм, минимальные 1220×725 мм; длина листов 2440, 2135, 1830, 1525 и 1220 мм, ширина 1525, 1220 и 725 мм. Отклонения от этих размеров должны быть не более 5 мм.

Бакелизированная фанера — листовый материал, изготавливаемый только из березового шпона путем его пропитки и проклейки спирто-растворимыми смолами. Листы такой фанеры имеют желтовато-коричневый цвет; фанера обладает высокой прочностью и водостойкостью, особенно ФБС. ФБСВ и ФБВ изготавливают с использованием водорастворимых смол. Их водостойкость ниже, чем у ФБС, но выше, чем у строительной фанеры. Прочность ФБСВ и ФБВ также достаточно высока.

Максимальный размер листов 7700×1500 мм, минимальный 1500×1200 мм, толщина 5, 7, 10, 12, 14, 16 и 18 мм. Максимальные размеры листов соответствуют их максимальной толщине. На строительной площадке качество фанеры (особенно строительной) может быть оценено по расщипываемости при ее сгибании, по нарушению клевого шва после пребывания в воде, по внешнему виду — качеству кромок и короблению, а иногда и по прочности [17].

Паркетные изделия (ГОСТ 862.1 и 2—76; ГОСТ 862.3 и 4—77). К паркетным изделиям относят штучный паркет, паркетные доски и щиты. Штучный паркет и лицевую часть щитов и досок изготавливают из дуба, ясеня, березы, клена, бука, реже из вяза и ильма, реже из сосны и лиственницы. На паркетные доски и щиты крепят планки меньшей толщины. Основание досок делают из низкосортной хвойной и лиственной древесины, а щитов — также из древесностружечных плит. Паркетные изделия скрепляют водостойкими клеями (фенольными, карбамидными или резорциновыми).

Штучный паркет поступает на строительство в пачках по 50 или 100 планок в каждой. Левые планки отличаются от правых расположением гребней и пазов. Влажность паркета должна быть не выше 8—10%. Ширина планок 30—60 мм с интервалом через 5 мм, длина 150—450 мм с интервалом 50 мм, толщина 16 и 19 мм. Качество паркета на стройке проверяют по шероховатости лицевой поверхности, перпендикулярности торцов, однородности цвета, короблению, состоянию гребней и пазов, по непараллельности кромок и по влажности (см. п. 2 настоящей главы).

Шероховатость лицевой поверхности паркета определяют ладонью руки: хорошо остроганная поверхность не должна царапать ладонь.

Пазы и кромки проверяют путем вкладывания паза в кромку, при этом лицевые поверхности планок не должны выступать одна относительно другой более чем на 0,5 мм. Отколы и отщепы допускают только на кромках нижних поверхностей и на гребнях, они не должны быть длиннее 30 мм. Непараллельность верхних кромок допускается такой, чтобы зазор между ними был не более 0,3 мм. Коробление не допускается.

Паркетные щиты бывают на реечном основании и на основании из древесностружечных плит. Планки на них наклеены в шахматном порядке. Размер щитов на реечном основании 400×400 и $800 \times$

$\times 800$ мм при толщине 30 мм. Толщина планок на таких щитах должна быть 8 мм. Щиты могут изготавливаться на основании из древесностружечных плит рыхлого состава (экструзионного прессования) и на более плотных плитах (плоского прессования). Такие щиты облицовывают с обеих сторон березовым шпоном толщиной 1,3—1,5 мм и по шпону наклеивают паркетные планки толщиной 4—5 мм либо одну сторону щита покрывают паркетным лаком. Размеры щитов от 400×400 до 600×3000 мм.

Паркетные доски изготавливают только на реечном основании. Их длина может быть 1200, 1800, 2400 и 3000 мм при ширине 145 и 160 мм и толщине 25 и 27 мм. Лицевые планки используют толщиной 8 мм (из лиственницы) и 6 мм (из твердых лиственных пород). Рейки основания могут иметь обзол; они должны быть состыкованными вразбежку, но обязательно быть из одной породы. Обзол допускается не более чем на $\frac{1}{3}$ длины рейки. Отколы и отщепы лицевых планок допускаются не более чем 0,3 мм. Щиты и доски должны иметь пазы и гребни для сочленения между собой.

Качество паркетных щитов и досок оценивают прежде всего по их внешнему виду, размерам, влажности, короблению и качеству кромок. Разница в ширине должна быть не более 1 мм и в длине не более 3 мм. Коробление допускается не более 1,5 мм/м [17]. Определение прочности, влажности, плотности древесных пород в изделиях из древесины производят методами, изложенными в пп. 2—5 настоящей главы.

ГЛАВА XII. МЕТАЛЛЫ

1. Марки металлических сплавов

Определение (идентификация) металлов и сплавов по внешним признакам. В строительстве применяют разнообразные прокатные профили: лист, уголки, тавры, двутавры, швеллеры и др. В последние годы все большее применение находят трубчатые профили, а также гнутые профили. Их изготавливают, как правило, из малоуглеродистых сталей (С до 0,25—0,3%) марок по ГОСТ 380—71* от Ст2 до Ст4, реже Ст5. Исключение составляют трубчатые профили, для изготовления которых могут быть использованы и другие марки.

Внешне сталь в таких профилях выглядит одинаково: полученные с завода изделия покрыты тонким и плотным слоем окислы серого или серо-голубоватого цвета. При длительном хранении на воздухе под навесом они покрываются равномерным тонким слоем ржавчины, а при длительном нахождении под непосредственным воздействием дождя или снега покрываются толстым и рыхлым чешуй-

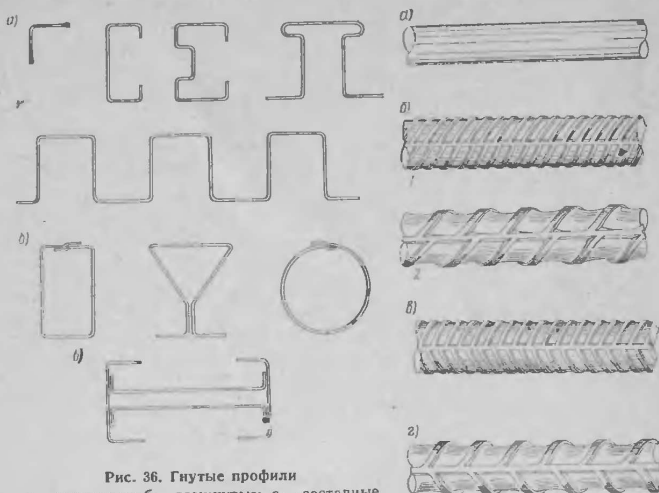


Рис. 36. Гнутые профили

а — открытые; б — замкнутые; в — составные

чатый слой ржавчины. Если внешний вид профилей не соответствует описанию, то это говорит о том, что они изготовлены из других марок сталей.

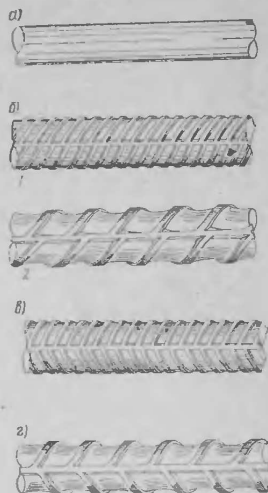
Кровельную листовую сталь обыкновенную по ГОСТ 17715-72 и оцинкованную по ГОСТ 7118-78 изготавливают также из малоуглеродистой стали марок Ст1 и Ст2. Ее толщина 0,35—1,5 мм; она очень хорошо гнется.

Гнутые профили (рис. 36) находят все большее применение во всех областях строительства. Их изготавливают из листовой стали, обыкновенной и оцинкованной толщиной 1—2 мм. Поскольку профили изготавливают гнутьем, то для них используют малоуглеродистые стали обыкновенного качества Ст3 и те низколегированные, которые по пластичности не уступают марке Ст3, однако имеют более высокие показатели прочности (например, марка 18Г2).

Особое место среди строительных сталей занимают арматурные стали (рис. 37), которые могут поставляться на строительство в виде мотков или бухт (холоднотянутые стали), а также в виде стержней — прутков (горячекатаная сталь). Сечение тех и других может быть круглым (гладким) и периодического профиля (рифленным). Арматурные стали гладкие изготавливают обычно из стали марки Ст3 (класс А-I), периодического профиля — из марок Ст5,

Рис. 37. Профиль арматурной стали класса

а — А-I; б — А-II; в — обычный, г — улучшенный (Ас-II); д — А-III; е — А-IV, А-V (улучшенная «елочка»)



Ст6 и различных марок низколегированных сталей (ГОСТ 5781—75, ГОСТ 10884—81).

Класс А-II арматурной стали отличается по внешнему виду от остальных классов: класс А-II имеет винтообразный профиль, а классы А-III, А-IV и выше — профиль «елочку». К классу А-II относят стали марок Ст5 и 18Г2С, а также 10 ГТ (класс Ас-II), которая предназначена для северных условий. В ближайшие годы намечен переход на периодический профиль улучшенного очертания. Сейчас производят стержни с таким профилем классов Ас-II, А-IV, А-V, а также классов Ат (термообработанные стали). Каждый класс арматурной стали и каждая марка стали отличаются своими механическими свойствами. Сведения об арматурных сталях приведены в прил. 6.

Алюминиевые сплавы идут на изготовление таких же профилей, как и из стали (уголки, тавры, двутавры, швеллеры и т. п.).

Однако помимо обыкновенных профилей из алюминиевых сплавов производят и более сложные профили, т. е. такие, которые из стали не делают. Некоторые характерные профили из алюминиевых сплавов показаны на рис. 38. Конструкционные алюминиевые сплавы, применяемые в строительстве, относят к так называемым деформируемым сплавам. Существуют две группы деформируемых сплавов: подвергнутые термической обработке и не подвергнутые этой обработке. Их свойства даны в прил. 7.

Изделия из термически необработанных сплавов обладают более светлой поверхностью (знакомый всем алюминиевый цвет), они менее тверды и поэтому их легче обрабатывать. Из них изготавливают емкости, трубы, оконные переплеты, легкие фермы. Марки этих сплавов: АМг (сплав алюминия с магнием), АМц (сплав алюминия с марганцем) и А (технический алюминий). Цифры в марках обозначают количество легирующего элемента либо чистоту алюминия (АМг-6 содержит ~6% магния).

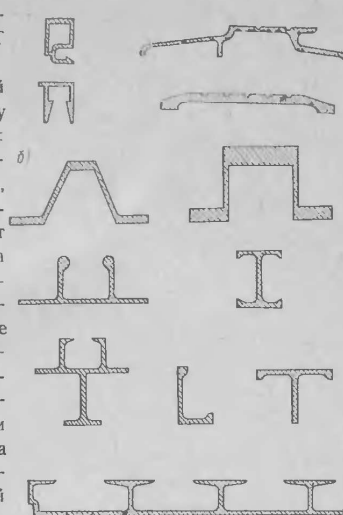


Рис. 38. Прессованные профили из алюминиевых сплавов

а — марок АМг, АМц и А (как правило, используются для вспомогательных элементов); б — марок Д и В (используются для основных несущих элементов конструкций)

Таблица 27

Сталь	Цвет и характер пучка искр
1. Малоуглеродистая (С до 0,2%) марок Ст1, Ст2, Ст3	Короткий желтый пучок продолговатых каплеобразных искр, образующих ровные световые линии; звездообразных разветвлений почти нет
2. Среднеуглеродистая (С от 0,2% до 0,6—0,7%) марок Ст5, Ст6	При повышении содержания углерода образуется более плотный пучок более светлых искр (светло-желтых), которые образуют световые полосы с большим числом звездочек; число звездочек увеличивается по мере увеличения количества углерода в стали; каплевидность искр уменьшается
3. С содержанием углерода 0,7—0,9% (инструмент — топоры, молотки, кувалды)	Светло-желтые линии искр с большим количеством звездочек
4. С повышенным содержанием марганца (Mn) 1—1,5%	Широкий плотный пучок ярких бело-желтых искр с сильно разветвляющимися звездочками
5. С повышенным (до 2%) содержанием кремния (Si)	Пучок длинных световых линий с каплевидными участками, разделенные пучками искр от светло-желтого до бело-желтого цвета

Продолжение табл. 27

Сталь	Цвет и характер пучка искр
6. С повышенным (1—2%) содержанием хрома (Cr)	Темно-желтые искры, разделяемые красноватыми линиями искр с шарообразными концами

Изделия из термически обработанных сплавов более прочны, тверды и имеют более темную поверхность. Их применяют только для силовых элементов конструкций. Особенность большинства таких сплавов в том, что они плохо свариваются и поэтому все соединения в конструкциях из них делают, как правило, на заклепках. Одна из разновидностей этих сплавов носит общее название дюралюмины, их обозначают буквой Д.

Определение ориентировочного химического состава. Примерно уточнить марку стали можно, используя метод искровой пробы. С помощью этой пробы можно оценить примерное содержание отдельных элементов в сталях, в первую очередь углерода. Для испытаний по этому методу необходимо иметь сухой крупнозернистый наждачный круг, вращающийся со скоростью около 25 м/с. Образующийся пучок искр при соприкосновении с вращающимся кругом куска испытуемого металла должен иметь длину около 30 см. В зависимости от химического состава стали пучок искр имеет различный цвет и строение [5]. Характер искр при такой пробе представлен в табл. 27 (пп. 4—6 табл. 27 относятся к низколегированным сталям).

Более точно можно судить о составе стали, имея образцы известных марок сталей. Сравнивая искры испытуемой стали с искрами известной стали, можно уверенней определить примерный химический состав первой. Удобно для этого использовать арматурные стали: марки Ст3 (0,2% С), Ст5 (0,3% С), 80С (0,8% С), содержащие разное количество углерода; марки 08Г2С и 25Г2С с повышенным содержанием марганца; марки 10ГС2 и 20ГС2 с повышенным содержанием кремния и марка 23Х2Г2Т с повышенным содержанием хрома. При работе с наждачным кругом («проба на искру») следует соблюдать правила техники безопасности. Для более точного определения пробу следует осуществлять в затемненном помещении.

Проба на холодный загиб.

Для установления пластичности стали, а следовательно, и ориентировочного содержания в ней углерода плоский или круглый

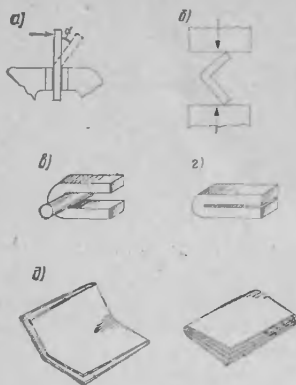


Рис. 39. Испытания металлов на холодный загиб
а — до 90°; б — более 90°; в — вокруг оправки; г — вплотную; д — до образования двойной складки («носовой платок»)

отличаться по пластичности. Так, сплав марки АМг-(п) имеет невысокую пластичность ($\delta = 6\%$), а марки АМг-М — значительно более высокую ($\delta = 23\%$). Но здесь существуют определенные закономерности: до образования трещин сплавы АМц и АМг, как правило, загибаются на больший угол, а сплав Д — на меньший (прил. 7).

Для определения качества листовой кровельной стали предложен метод — образование двойной складки (так называемый носовой платок, см. рис. 39, д). На практике может оказаться полезным использование различных инструментов: молотков, топоров, напильников, сверл и т. п., так как их изготавливают из сталей с определенным содержанием углерода; топоры и молотки из сталей с $C\ 0,7\text{—}0,8\%$; ножовки по металлу с $C\ 0,8\%$ и $Mn\ 1\%$; сверла с $C\ 1\%$; напильники с $Si\ 1,2\text{—}1,3\%$. Используя инструменты в качестве эталонов твердости можно приблизительно оценить количество углерода в среднеуглеродистых сталях. Таким же способом можно выделить дюралюмины: они достаточно трудно пилиются ножовкой по металлу (их твердость приближается к твердости малоуглеродистых сталей).

Наконец, в некоторых случаях может быть использован для выявления малоуглеродистых сталей (с содержанием C менее $0,3\%$) метод, основанный на способности сталей к закаливанию. Для этого отрезок стального элемента помещают в пламя и держат до тех пор, пока он не накалится до яркого, алого цвета, затем бросают в воду. Если при сильном ударе молотком вынутая из воды сталь треска-

образец загибают на наковальне или в тисках с помощью молотка на определенный угол или до появления первой трещины. В случае хрупкой стали трещина образуется быстро, в случае же мягкой и пластичной стали половинки образца могут быть доведены до соприкосновения друг с другом без образования трещины в месте загиба. На рис. 39 схематично показан порядок проведения таких испытаний. Сталь марок Ст1 и Ст2 обычно должны загибаться до соприкосновения концов без возникновения трещин; сталь Ст3 образует трещину перед самым соприкосновением (при угле около $150\text{—}170^\circ$), а сталь Ст5 — при угле $90\text{—}110^\circ$.

Алюминиевые сплавы даже близких марок могут существенно отличаться по пластичности. Так, сплав марки АМг-(п) имеет невысокую пластичность ($\delta = 6\%$), а марки АМг-М — значительно более высокую ($\delta = 23\%$). Но здесь существуют определенные закономерности: до образования трещин сплавы АМц и АМг, как правило, загибаются на больший угол, а сплав Д — на меньший (прил. 7).

ется или разлетается на отдельные куски, то она содержит углерода более $0,35\%$, если сталь остается пластичной, в ней содержится менее $0,3\%$ углерода.

Примерно таким же образом можно определить, подвергнуты ли сплавы термической обработке. Однако при этом после закалки элемент не бросают в воду, а охлаждают на воздухе. После охлаждения проверяют твердость образца сравнением: если она заметно снизилась, то сплав был термически обработан.

2. Прочность металлов

Наиболее точным из всех полевых методов определения прочности считается метод, основанный на соответствии предела прочности сплава σ_v его твердости по Бринеллю HB . В литературе приводятся различные соотношения, однако наш опыт позволяет предложить следующие [4, 5, 10]: для углеродистых сталей (с содержанием $C \leq 0,7\text{—}0,8\%$) $\sigma_v \approx 0,36\ HB$; для хромистых и хромо-никелевых сталей $\sigma_v \approx 0,34\ HB$; для алюминиевых сплавов типа АМг, АМц $\sigma_v \approx 0,4\ HB$ и типа Д $\sigma_v \approx 0,37\ HB$ (HB в кгс/мм^2).

Определение же твердости в полевых условиях может производиться одним из ниже приведенных методов.

Метод, использующий прибор Полюди. Ударный шариковый прибор Полюди (рис. 40) легок, удобен и не требует никаких предварительных приготовлений при определениях: сильным ударом молотка по верхней части прибора, зажато в руке, находящийся на его другом конце шарик диаметром 10 мм вдавливается в образец. Энергия удара неизвестна, но противоположная сторона шарика делает еще один отпечаток на стальном эталоне, твердость которого известна. Оба отпечатка измеряют угловым шаблоном или, если под рукой измерительная лупа, с ее помощью. Твердость испыты-

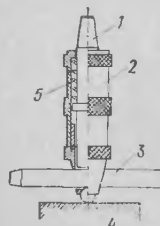


Рис. 40. Прибор Полюди
1 — ударный пуансон; 2 — корпус; 3 — эталонный образец; 4 — шарик; 5 — пружина

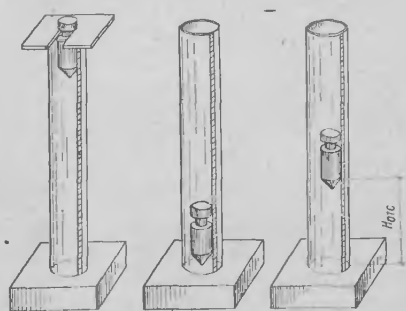


Рис. 41. Определение твердости металла методом упругого отскока

ваемого сплава определяют по приложенным к прибору таблицам или с помощью формулы

$$H B_{\text{и}} = H B_{\text{э}} (d_{\text{э}}^2 / d_{\text{и}}^2),$$

где $H B_{\text{и}}$ — твердость испытываемого образца; $H B_{\text{э}}$ — твердость эталона; $d_{\text{э}}$ — диаметр отпечатка на эталоне; $d_{\text{и}}$ — диаметр отпечатка на испытываемом образце.

Изготовить прибор Полюди несложно в мастерских, имеющих обычный парк станков.

Метод, использующий принцип упругого отскока. По этому методу измеряют способность поверхности металла пружинить. Схема испытаний показана на рис. 41. Боек из инструментальной стали с содержанием углерода 1—1,2%, заключенный в стеклянную трубку, сбрасывают с максимальной высоты этой трубки и по нанесенной на ней шкале замеряют высоту подскока бойка. Предварительно делают тарировку этого приспособления. Для этого боек сбрасывают на поверхность закаленной инструментальной стали и высоту его отскока, отмеченную на поверхности стеклянной трубки, делят на 100 равных частей. Перевод значений отскока при испытаниях в числа твердости по Бринеллю $H B$ может быть сделан по приближенной формуле: $H B \approx 7 H_{\text{отс}}$. Полученные таким образом результаты в сильной степени зависят от состояния поверхности. Поэтому перед испытаниями необходимо обязательно зачистить поверхность испытываемого сплава мелкой наждачной бумагой и протереть [5].

Примерную оценку твердости (прикидку) можно произвести, царапая поверхность испытуемого металла образцами металлов известной твердости. Для этого можно использовать образцы различных металлов-эталонов с известной твердостью либо следующие характеристики твердости $H B$ распространенных металлических изделий (в кгс/мм²):

Термически неупрочненные арматурные стали класса	A-I	~120
	A-II	~160
	A-III	180—200
	A-IV (марка 80С)	250—270
Ударная часть слесарного молотка		400—500
Ножовочные полотна по металлу		550—600
Рабочая часть напильников		600—700

3. Сварные соединения

Контроль сварных соединений всегда начинается на стадии подготовки к сварке путем проверки пригодности электродов (при электродуговой сварке) или сварочной проволоки (при газовой сварке), а также осмотром подготовленных к сварке кромок, которые должны быть хорошо зачищены и иметь правильную геометрию.

Если на пачках с электродами есть этикетки, то по ним уста-

навливают тип и марку электродов. Типы электродов (ГОСТ 9467—75) определяют прочность наплавляемого металла: например для стали тип Э-34 определяет минимальную прочность шва в 340 МПа. Для сварки стальной арматуры и конструкций применяют электроды Э-34, Э-42, Э-46, Э-50 и Э-55. Один тип электрода может иметь несколько марок. Марка электрода определяет качество сварочной проволоки и вид покрытия. Она устанавливается заводом-изготовителем. Наилучшее качество сварки дают толстые покрытия толщиной свыше 1,5 мм. При отсутствии этикеток на пачках и при поступлении немаркированных электродов производят пробу на свариваемость, чтобы установить пригодность электродов для сварки

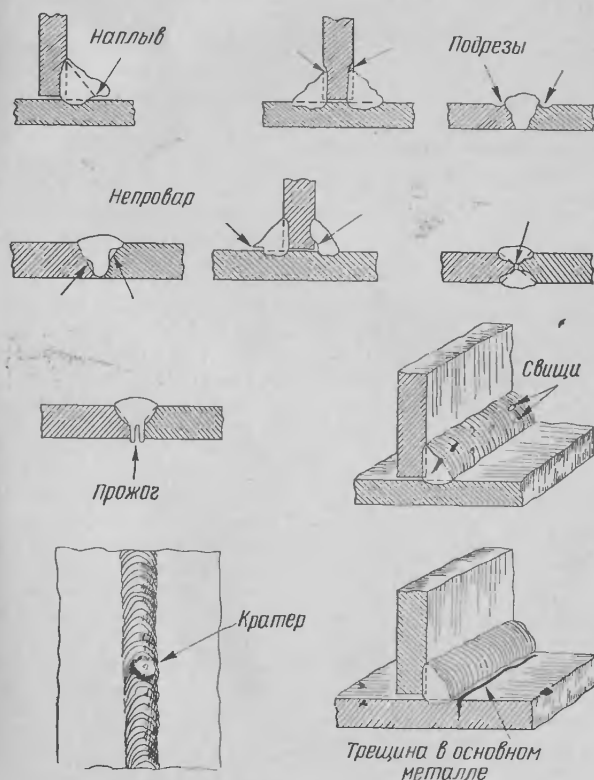


Рис. 42. Наружные дефекты сварных швов

данной стали. Сварка алюминиевых сплавов должна осуществляться в стационарных условиях.

Сварку в полевых условиях контролируют путем проверки параметров работающего оборудования (силы тока, напряжения на дуге), скорости и метода наложения шва, качества выполненной работы. Качество сварного соединения контролируют в первую очередь *внешним осмотром шва*. При этом устанавливают: наличие наплывов, приводящих к перерасходу металла, подрезов, непроваров, глубоких кратеров и прожогов, снижающих прочность шва; определяют наличие шлаковых включений, наружных трещин, свищей и пор. Характерные дефекты сварки показаны на рис. 42.

Перечисленные дефекты сварки выявляют невооруженным глазом или с помощью простейшей лупы с 2—5-кратным увеличением. Таким образом можно при некотором навыке определить и зону термического влияния около сварного шва. Она зависит от вида сварки, ее режима и химического состава свариваемого металла. Чем меньше эта зона, тем выше качество сварки. Практически сварка электродом с качественным покрытием создает термическую зону 5—6 мм, сварка под слоем флюса — 2—3 мм, а газовая сварка — до 30 мм. Подрезы, непровары, наплывы, глубокие кратеры в шве говорят о недостаточной квалификации сварщика. Свищи и поры, как правило, возникают из-за высокой влажности покрытия электродов, а также из-за наличия ржавчины и окислы на плохо зачищенных кромках.

При определении соответствия размеров и формы сварного шва проектным данным, в полевых условиях может быть рекомендован универсальный шаблон А. И. Красовского [15]. При измерении шаблон устанавливают так, как показано на рис. 43.

В полевых условиях можно осуществить контроль плотности шва, что особенно необходимо в конструкциях трубопроводов, резервуаров и металлической гидронизации. Плотность швов определяют сжатыми газами (воздухом, азотом, инертными газами), водой, паром; можно для этого использовать также аммиак (нашатырь) и керосин. Небольшие емкости удобно помещать в ванны с водой и затем нагнетать в них воздух. Это достаточно надежный метод проверки. Можно обмазывать швы мыльным раствором: появление пузырей от проникания газа указывает на наличие дефектных мест.

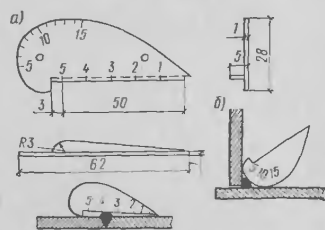


Рис. 43. Универсальный шаблон А. И. Красовского для проверки формы и размеров сварных швов
а — схема шаблона; б — измерение углового шва; в — измерение стыкового шва

При пробах с использованием керосина поступают следующим образом: шов с одной стороны обмазывают керосином с помощью кистей или тампонов, а с противоположной стороны производят обмазку шва меловым раствором, на котором, после его высыхания, хорошо видны пятна от проникшего по неплотностям керосина. При использовании аммиака поступают так же, но вместо мела используют бумажные ленты или марлевые полоски, смоченные фенол-фталсином, который от взаимодействия с аммиаком становится красным.

Перечисленные методы, однако, не выявляют внутренние дефекты в швах. Их определяют с помощью соответствующей аппаратуры, которой оснащены специализированные лаборатории.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕТОНОВ И РАСТВОРОВ

В полевых условиях наиболее выполнимы приближенная оценка водородного показателя pH, качественное определение присутствия сернокислых и хлористых солей и сероводорода [8].

Определение водородного показателя pH. Для быстрого определения реакции воды нужны обязательно индикаторы реакции — лакмусовая бумага или фенолфталеин (для идентификации щелочной реакции) и метилоранж (для идентификации кислой реакции). Набирают в две чистых пробирки испытуемую воду и погружают в каждую из них по листку лакмусовой бумаги: в одну — синего цвета, в другую — красного. Листки погружают так, чтобы их верхняя часть оставалась сухой. Через 1 ч отмечают окраску опущенного в воду конца бумажки: если синяя бумага покраснела, то реакция воды кислая; если же красная бумага посинела, то реакция воды щелочная; если цвет бумаги не изменился, то реакция воды нейтральная. Во избежание ошибки изготавливают контрольные образцы воды, заведомо загрязненные кислотами и щелочами (любыми, оказавшимися под рукой). В них тоже опускают листы лакмусовой бумаги и сравнивают их цвет с цветом окраски листов в испытуемой воде.

Более точно можно определить реакцию воды с помощью индикаторной бумаги, окраску которой сравнивают с цветом эталонов. Таким методом можно получить сравнительно точное значение водородного показателя pH. Вода для бетона должна иметь pH не менее 4, т. е. допускается присутствие воды, имеющей щелочную, нейтральную или, как исключение, слабокислую реакцию.

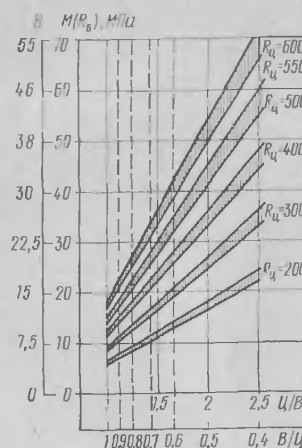
Определение содержания в воде сернокислых солей. В пробирку с испытуемой водой добавляют несколько капель соляной кислоты, подогревают эту воду до кипения и вливают в нее несколько капель 10%-ного раствора хлористого бария $BaCl_2$. Появление помутнения молочно-белого цвета указывает на присутствие в воде сернокислых солей.

Определение содержания в воде хлористых солей. В пробирку, заполненную исследуемой водой, добавляют несколько капель 10%-ного раствора азотнокислого серебра (фотохимический реактив) и хорошо взбалтывают. Помутнение воды с образованием белых хлопьев и выпадением их в осадок говорит о наличии в воде солей хлора.

Определение сероводорода. Пробирку с исследуемой водой подогревают до температуры 40–50°C и по запаху определяют присутствие сероводорода. Если запах при этом выражен неясно, то воду проверяют с помощью раствора сернокислой меди. Для этого в пробирку с водой прибавляют несколько капель раствора сернокислой меди (медного купороса). Появление осадка и помутнение подтверждают наличие в воде сероводорода. Такое упрощенное определение качества воды допускается только в тех случаях, когда вода предназначена для затворения бетона и его поливки. Воду, предназначенную для постоянного пребывания в ней бетонных конструкций, подвергают полному химическому анализу в лаборатории. Во всех спорных и неясных случаях при упрощенном анализе воды необходимо обращаться в стационарные специализированные лаборатории.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТИ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА R_b ОТ МАРКИ ЦЕМЕНТА R_c И ВОДОЦЕМЕНТНОГО (В/Ц) ОТНОШЕНИЯ

$M \approx 1,28 B$, где M — марка бетона, МПа ($R_b = M \cdot 10$); B — класс бетона (по прочности); отклонения $\pm 5\%$. Марка цемента $R_c = M_{Па} \cdot 10$. * — нестандартные марки цемента.



ПРИЛОЖЕНИЕ 3. СОСТАВЫ РАСТВОРОВ ДЛЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

Раствор	Марка цемента	Составы в объемной дозировке для растворов марки			
		100	75	50	25
Цементно-известковый	500	1 : 0,3 : 5	—	—	—
	400	1 : 0,3 : 4	1 : 0,5 : 5	1 : 1 : 8	—
	300	1 : 0,2 : 3	1 : 0,3 : 4	1 : 0,76 : 6	1 : 1,7 : 1
Цементный	500	1 : 5	1 : 6	—	—
	400	1 : 4	1 : 5	—	—
	300	1 : 3	1 : 4	1 : 6	—

Примечания: 1. Для получения растворов марок 10 и 4 используют известь. 2. Марка цемента (марка раствора) — 1 МПа·10. 3. Последовательность соотношений — цемент: известь: добавка.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4. СОСТАВЫ ОХЛАЖДАЮЩИХ СМЕСЕЙ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИСПЫТАНИИ НА МОРОЗОСТОЙКОСТЬ
(В ЧАСТЯХ ПО МАССЕ)**

Смесь I	{ Поваренная соль	1
	{ Снег или лед	3
Смесь II	{ Хлористый кальций кристаллический	2
	{ Снег или лед	1
Смесь III	{ Наштырь	5
	{ Калийная селитра	5
	{ Вода	16

Перечисленные составы дают рабочую температуру минус 15—минус 17°C, что обеспечивает условия испытаний, приближающиеся к стандартным.

При возможности целесообразно использовать также «сухой лед» — твердую углекислоту, которая позволяет получать температуру даже ниже минус 20°C.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 5. ОЦЕНКА ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ
ПРИ ПОМОЩИ ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ**

При наличии таких органических жидкостей, как этиловый спирт или ацетон, можно оценить влажность древесины W следующим образом.

Подкрашенную жидкость с помощью пипетки наносят каплями на поверхность древесины. Желательно, чтобы эта поверхность была острогана. После растекания капель замеряют средний диаметр всех образовавшихся следов, вычисляют его среднее значение и по нему, пользуясь данными нижеприведенной таблицы, определяют влажность древесины.

Средний диаметр следа, мм	W, %	Средний диаметр следа, мм	W, %
12—13	10	21—23	35
14—15	15	22—24	40
~ 16	20	23—26	50
~ 19	25	—	—
21—22	30	—	—

Подкрашивать жидкость можно чернилами, тушью или любыми органическими красителями.

Наиболее достоверные результаты этот метод дает при влажности древесины $\leq 30\%$.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 6. ХАРАКТЕРИСТИКА АРМАТУРНЫХ
СТАЛЕЙ ДЛЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Класс стали	Профиль, цвет окраски концов стержней	Марка стали	Диаметр, мм	Угол загиба, град
-------------	---------------------------------------	-------------	-------------	-------------------

I. Стали горячекатаные термически неупрочненные (ГОСТ 5781—75)

A-I	Круглый гладкий, концы не окрашиваются	Ст3 (все виды)	6—40	180 при $c = 0,5 d$
A-II	Периодический («винт»), концы не окрашиваются	Ст5 (все виды)	10—80	180 при $c = 3 d$
Ac-II	То же	10ГТ	1—80	180 при $c = 1 d$
A-III	Периодический («елочка»), концы не окрашиваются	35ГС, 25Г2С	6—40	90 при $c = 3 d$
A-IV	То же, концы окрашиваются в красный цвет	80С, 20ХГ2Ц	10—22	45 при $c = 5 d$
A-V	То же, концы окрашиваются в красный и зеленый цвета	23Х2Г2Т	10—22	То же

II. Стали периодического профиля горячекатаные термически упрочненные (ГОСТ 10884—81)

At-III	Периодический («винт»), концы окрашиваются в белый и синий цвета	Ст5 (пс, сп)	10—40	90 при $c = 3 d$
At-IV	Периодический («елочка»), концы окрашиваются в белый и желтый цвета	10ГС2, 20ХГС2, 08Г2С, 25Г2С	10—40	45 при $c = 5 d$
At-V	То же, концы окрашиваются в синий цвет	20ГС, 10ГС2, 20ГС2, 08ГС2, 20ХГС2	10—32	45 при $c = 5 d$
At-VI	То же, концы окрашиваются в желтый цвет	20ГС, 20ГС2, 20ХГС2	10—32	То же
At-VII	То же, концы окрашиваются в черный цвет	По согласованию с заказчиком	10—28	»

III. Стальная проволока

B-I	Обыкновенная, гладкая	Ст1—Ст3	3—5	180 при $c = 5 d$
Bp-I	То же, рифленая	То же	3—5	—

Продолжение прил. 6

Класс стали	Профиль, цвет окраски концов стержней	Марка стали	Диаметр, мм	Угол загиба, град
В-II	Высокопрочная, гладкая	По согласованию с заказчиком	5—9	180 при $c=5d$
Вр-II	То же, рифленая		3—4	

Примечания: 1. Классы А-I и А-II поставляются в мотках и прутках при d до 12 мм а А-III — до 10 мм; при больших d — поставляются в прутках.

2. c — диаметр оправки; d — диаметр арматуры. 3. Буквы в марках: Г — марганец, С — кремний, Х — хром, Т — титан, Ц — цирконий.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7. СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Марка сплава	Вид термообработки	Механические свойства, не менее		
		$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %
А1	—	7	11	12
АМц (п)	—	13	17	10
АМг-6	—	16	34	17
Д16т	Закалка + старение	38	52	11
В-95	То же	54	58	8

Примечания. 1. Обозначение $\sigma_{0,2}$ соответствует условному пределу текучести сплава. 2. Д — дюралюмины, В — высокопрочные сплавы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю. М. Способы определения состава бетона различных видов. М., 1975.
2. Бужевич Г. А. Легкие бетоны на пористых заполнителях. М., 1970.
3. Воробьев В. А. Лабораторный практикум по общему курсу строительных материалов. Изд. 3-е. М., 1972.
4. Вульф Б. К., Ромадин К. П. Авиационное материаловедение. М., 1967.
5. Дреге В. Сталь как конструкционный материал (пер. с нем.). М., 1967.
6. Джонс Р., Фэкзорару И. Неразрушающие методы испытаний бетонов (пер. с рум.). М., 1974.
7. Егоров И. И., Шубенкин П. Ф. Руководство к лабораторным занятиям по испытанию строительных материалов. М., 1954.
8. Запорожец А. А. Методы полевых и ускоренных испытаний строительных материалов. Минск, 1959.
9. Коиоров А. В., Семенов С. А., Шифрин М. А. Упрощенные способы испытания строительных материалов. М., 1946.
10. Косенко В. С., Марцинчик А. Б., Чуричев Ю. Д. Руководство к лабораторным занятиям по разделу «Военно-инженерные материалы» дисциплины «Материалы и конструкции военно-инженерных сооружений». М., 1978.
11. Кротовский С. С. Полевые испытания сборных крупногабаритных железобетонных конструкций. М., 1959.
12. Лещинский М. Ю. Испытание бетона. Справочное пособие. М., 1980.
13. Лифшиц М. Л. Технический анализ и контроль производства лаков и красок. М., 1980.
14. Новгорский М. А. Испытание материалов, изделий и конструкций. М., 1971.
15. Попов Л. Н. Контроль качества работ в жилищном строительстве. Изд. 3-е. М., 1973.
16. Справочник работника строительной лаборатории завода ЖБИ. Под ред. М. Ю. Лещинского, Киев, 1980.
17. Справочник по общестроительным работам. Деревянные конструкции и детали. Под ред. В. М. Хрулева. М., 1975.
18. Справочник сварщика. Под ред. В. В. Степанова. Изд. 2-е. М., 1967.
19. Шубенкин П. Ф., Будилов А. А. Производство сборных железобетонных конструкций и деталей. М., 1957.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. Природные каменные материалы	4
1. Виды каменных материалов	4
2. Плотность	7
3. Водопоглощение	8
4. Морозостойкость	9
5. Прочность	10
Глава II. Искусственные каменные материалы и изделия	12
1. Обыкновенные и пустотелые кирпичи. Керамические изделия	12
2. Кирпичи и силикатные камни	16
3. Керамические плитки	17
4. Глиняная черепица	18
5. Керамические трубы	19
6. Изделия из асбестоцемента	20
Глава III. Неорганические вяжущие	21
1. Определение вида вяжущего	21
2. Цементы	25
3. Воздушная строительная известь	32
4. Строительный гипс	33
5. Растворимое стекло	35
Глава IV. Заполнители для бетонов и растворов	35
1. Качество природных заполнителей в зависимости от условий их залегания	35
2. Песок	37
3. Щебень и гравий	43
4. Искусственные пористые заполнители для легких бетонов	47
Глава V. Бетоны	49
1. Прочность бетонов	50
2. Подвижность и жесткость бетонной смеси	52
3. Качество бетонной смеси	54
4. Контроль прочности бетонов	54
5. Бетонные и железобетонные изделия и конструкции	58
Глава VI. Строительные растворы	60
1. Растворная смесь	60
2. Затвердевший раствор	61
Глава VII. Битуминозные вяжущие и материалы на их основе	63
1. Марки битумов	64
2. Асфальтовая мастика и асфальтобетон	65
3. Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы	66
4. Приклеивающие мастики	69
Глава VIII. Полимерные материалы	70
1. Виды полимеров	70

2. Определение качества некоторых строительных пластиков	76
Глава IX. Лакокрасочные материалы	78
1. Виды связующих	79
2. Пигменты	83
3. Краски (эмали)	83
Глава X. Теплоизоляционные материалы	85
1. Ячеистые бетоны	85
2. Минеральная вата и изделия из нее	86
Глава XI. Материалы и изделия из строительной древесины	88
1. Породы	88
2. Влажность	89
3. Средняя плотность	89
4. Прочность	95
5. Влияние влажности на прочностные свойства древесины	97
6. Изделия на основе древесины	98
Глава XII. Металлы	101
1. Марки металлических сплавов	101
2. Прочность металлов	107
3. Сварные соединения	108
Приложение 1. Методы определения качества воды для изготовления бетонов и растворов	112
Приложение 2. Зависимость прочности тяжелого бетона R_b от марки цемента R_c и водоцементного (В/Ц) отношения	113
Приложение 3. Составы растворов для каменной кладки	113
Приложение 4. Составы охлаждающих смесей, используемых при испытании на морозостойкость (в частях по массе)	114
Приложение 5. Оценка влажности древесины при помощи органических жидкостей	114
Приложение 6. Характеристика арматурных сталей для железобетонных конструкций	115
Приложение 7. Свойства некоторых алюминиевых сплавов	116
Список литературы	117

*Александр Борисович Марцинчик,
Павел Федорович Шубенкин*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ
И КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

Справочное пособие

Редакция литературы по строительным материалам и конструкциям
Зав. редакцией П. И. Филимонов
Редактор З. П. Злобина
Оформление обложки художника И. Шилиева
Технические редакторы В. Д. Павлова, С. Ю. Титова
Корректор Л. И. Брюкова

ИБ № 3160

Сдано в набор 14.01.83.	Подписано в печать 16.04.83.	Т-07443.
Формат 84X108/32.	Бумага тип. № 2.	Гарнитура «Литературная».
Печать высокая.	Усл. печ. л. 6,30.	Усл. кр.-отт. 6,51.
Уч.-изд. л. 7,36.		
Тираж 25.000 экз.	Изд. № АХ—9663.	Зак. № 51.
		Цена 35 коп.

Стройиздат, 101412, Москва, Каляевская, 23а
Подольский филиал ПО «Периодика» Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР по делам издательства,
полиграфии и книжной торговли, г. Подольск, ул. Кирова, д. 25